22102079987

Med
K11736

Edwin Clarke

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

LEHRBUCH

DER

CHEMIE

FÜR DEN UNTERRICHT

AUF

UNIVERSITÄTEN, TECHNISCHEN LEHRANSTALTEN
UND FÜR DAS SELBSTSTUDIUM.

VON

DR. E. F. v. GORUP-BESANEZ,

ordentlicher öffentlicher Professor der Chemie und Director des chemischen Laboratoriums
an der Universität zu Erlangen.

IN DREI BÄNDEN.

DRITTER BAND.

PHYSIOLOGISCHE CHEMIE.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1862.

LEHRBUCH

DER

PHYSIOLOGISCHEN

CHEMIE.

LIBRARY

VON

DR. E. F. v. GORUP-BESANEZ,

ordentlicher öffentlicher Professor der Chemie und Director des chemischen Laboratoriums
an der Universität zu Erlangen.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1 8 6 2.

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache, sowie in anderen modernen Sprachen wird von uns vorbehalten.

Friedrich Vieweg und Sohn.

328032/32735

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

14842802

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY

Coll.	welMOmec
Call	
No.	QU

VORWORT.

Die Gesichtspunkte, welche mich bei der Bearbeitung des dem Publicum nun vorliegenden dritten und letzten Bandes meines Lehrbuchs der Chemie geleitet haben, in Kürze darzulegen, ist mir um so mehr Bedürfniss, als sich damit, wie ich wenigstens hoffe, die von jener der beiden ersten Bände so sehr verschiedene Behandlung des Gegenstandes rechtfertigen wird.

In einem Lehrbuche der allgemeinen anorganischen und organischen Chemie, welches für Anfänger bestimmt ist, erscheint eine elementare und dogmatische Behandlung entschieden am Platze, und sie bietet hier auch keine besonderen Schwierigkeiten dar, denn in beiden Doctrinen ist das System zu einem gewissen Abschluss gelangt, und das Thatsächliche mit hinreichender Sicherheit festgestellt. Anders aber verhält es sich mit der physiologischen Chemie. Die physiologische Chemie ist eine angewandte und keine elementare Doctrin, denn ihre Aufgabe ist es, gewisse Lebensvorgänge, die auf Mischungsänderungen der Materie beruhen, aus chemischen Gesetzen zu erklären, sie setzt somit die Kenntniss jener Lebensvorgänge und die Kenntniss der chemischen Gesetze, mit anderen Worten, sie setzt Physiologie und theoretische Chemie voraus. Kann nach dem Erörterten von einer elementaren Behandlung hier nicht die Rede sein, so ist eine dogmatische leider auch nicht möglich. Wer sich auf dem Gebiete der physiologischen Chemie nur einigermaassen umgesehen hat, wird sicherlich darin mit mir einverstanden sein, dass eine dogmatische Behandlung niemals ein Spiegelbild des gegenwärtigen Standpunktes dieser Doctrin, sondern höchstens ein subjectiv gefärbtes Phantasiegemälde liefern

könnte. Darin liegt eben die Gefahr der dogmatischen Behandlung, dass der Leser das in präciser und bestimmter Form Ausgedrückte als ein- für allemal festgestellt und der Controverse entrückt betrachtet; wie viele Fragen aber sind es auf dem Gebiete der physiologischen Chemie, die als definitiv erledigt zu betrachten wären? Ihre Zahl ist verschwindend klein gegen diejenigen, worüber noch immer die grössten Meinungsverschiedenheiten bestehen. Handelte es sich nur um verschiedene Deutung constatirter Thatsachen, dann könnte man hoffen, bald zu einer Einigung zu gelangen. Leider aber handelt es sich um die Thatsachen selbst. In vielen Fragen stehen sich nicht Deutungen, sondern geradezu contradictorische Beobachtungen gegenüber, ohne dass es immer möglich wäre, nach den Regeln der Kritik die eine derselben als die richtige zu erkennen, oder durch das Experiment selbst mit Erfolg zu controliren, denn es ist selten thunlich, dieselben Bedingungen willkürlich herzustellen, unter denen die zu controlirende Beobachtung gemacht wurde. Nur Derjenige, welcher das weite Gebiet der physiologischen Chemie mit ihrer überall zerstreuten Literatur zu durchstreifen Gelegenheit und Veranlassung hatte, weiss, wie viele Aehnlichkeit eine derartige Wanderung mit jener eines Reisenden darbietet, der nicht wohlgebahnte Wege und bequeme Reisegelegenheit vorfindet, sondern sich seinen Weg durch dichtes Gestrüpp nicht selten mit dem Beil erst bahnen, und in der einzuschlagenden Richtung sich auf Compass und etwa vorhandene cartographische Skizzen verlassen muss.

Bei einem derartigen Sachverhalte bleibt nur die historische Behandlung übrig und zwar nicht allein in der Form, sondern auch in dem eigentlichen Wesen. Sowie in dunklen Parthieen der Geschichte nur die inductive Methode und die darauf basirende Kritik zur Leuchte dienen kann, die das Dunkel zu erhellen geeigenschaftet ist, so auch in der physiologischen Chemie. Hier aber liegt in der historischen Methode eine Gefahr, deren ich mir wohl bewusst war, nämlich die, aus dem Tone eines Lehrbuchs in den eines Handbuchs zu verfallen, und will man, wie ich das bestrebt war, dieser Gefahr aus dem Wege gehen, so kann es leicht geschehen, dass man in eine andere verfällt, nämlich in die, der Darstellung zu sehr das Gepräge seines subjectiven Standpunktes aufzudrücken. Es kommt mir nicht zu, zu beurtheilen, ob es mir gelun-

gen ist, zwischen diesen beiden Klippen glücklich hindurch zu steuern, und ich will auch gern zufrieden sein, wenn sachverständige, wohlwollende Richter finden sollten, dass ich meine Subjectivität nicht mehr in den Vordergrund gestellt habe, als es bei dem Historiker zulässig und gewöhnlich ist.

So viel über die Methode. Was die Art der Bearbeitung selbst anbetrifft, so suchte ich dabei den eigentlichen Zweck des Buches nicht aus dem Auge zu verlieren. Meine Absicht war nämlich, dem Physiologen, dem wissenschaftlich durchgebildeten Arzte, und endlich dem in seinen Studien vorgeschrittenen Studirenden der Medicin ein Buch in die Hand zu geben, welches in gedrängter Form zwar, zugleich aber in möglichster Vollständigkeit und Uebersichtlichkeit alles Das enthielte, was von Thatsachen und Theorieen für die Deutung der stofflichen auf Mischungsänderungen beruhenden Lebensvorgänge von irgend welcher Bedeutung ist. Der Sachlage nach musste dabei die Thierchemie ganz entschieden in den Vordergrund treten, allein es durfte nach meiner Ueberzeugung die Pflanzenchemie nicht völlig ausgeschlossen werden. Vielmehr habe ich dem innigen Zusammenhange entsprechend, welchen die Entwickelung der Pflanzen und Thiere darbietet, die Metamorphosen des Stoffs von dem Momente an, wo er organisch geworden, bis zu jenem, wo er wieder anorganisch wird, sonach die Gesetze des allgemeinen Kreislaufs des Stoffs von der Pflanzenernährung beginnend in den Kreis der Betrachtung gezogen, denn diese Gesetze scheinen mir nothwendige Prämissen auch der physiologischen Thierchemie zu sein.

Diese Gesetze habe ich im ersten Abschnitte unter der Ueberschrift: Allgemeine chemische Biostatik zu entwickeln versucht. Soweit sie sich auf den Chemismus des thierischen Lebens beziehen, enthalten sie die allgemeinen Grundlinien dessen, was in den folgenden Abschnitten im Detail ausgeführt ist; ihr Verständniss aber verlangt nicht mehr Kenntnisse, als in der allgemeinen anorganischen und organischen Chemie, die ja beide vorausgesetzt werden, geboten sind. Diess, sowie die Regel, das Allgemeine dem Besonderen vorangehen zu lassen, mag es rechtfertigen, dass ich diesen Abschnitt voranstellte, obgleich nicht geleugnet werden soll, dass auch für eine entgegengesetzte Anordnung sich Gründe geltend machen liessen.

In dem zweiten Abschnitte habe ich das niedergelegt, was über

die physiologischen Beziehungen der chemischen Bestandtheile des Thierkörpers bekannt ist. Hätte ich mich hier darauf beschränkt, nur das mitzutheilen, was definitiv festgestellt ist, so wäre dieser Abschnitt mager genug ausgefallen, allein diess würde dem ausgesprochenen Zwecke eines derartigen Buches wenig gemäss sein. Dieser verlangt vielmehr, dass der Leser von dem gegenwärtigen Stande der Discussion über die hier so zahlreichen streitigen Fragen in Kenntniss und dadurch in den Stand gesetzt wird, sich darüber ein eigenes Urtheil zu bilden. Deshalb mussten auch alle auf nicht zu luftiger Grundlage fussenden Hypothesen und Theorieen berücksichtigt werden, die, wenn sie dem thatsächlichen Verhältnisse auch nicht immer entsprechen, den unleugbaren Nutzen gewähren, zu weiteren Forschungen anzuregen. Ausser den physiologischen Beziehungen des Vorkommens, der Abstammung, der Metamorphosen und des Austritts aus dem Organismus und der Bedeutung für die thierischen Functionen habe ich auch eine kurze chemische Charakteristik der einzelnen chemischen Verbindungen in diesen Abschnitt aufgenommen; es geschah diess vorzugsweise im Hinblick auf die ärztlichen Leser, denen eine derartige Recapitulation des allerdings in das Gebiet der theoretischen und analytischen Chemie Gehörenden nicht unwillkommen sein dürfte.

In der Bearbeitung des dritten Abschnittes, die Chemie der thierischen Flüssigkeiten, Gewebe und Organe enthaltend, habe ich mich bemüht, das zu geben, was man nach der Ueberschrift dieses Abschnittes zu erwarten berechtigt war, nämlich eine Darstellung der chemischen Thatsachen. Alles rein Physiologische und Histologische wurde grundsätzlich vermieden oder nur angedeutet, dagegen den pathologisch-chemischen Beziehungen thunlichst Berücksichtigung geschenkt. Bei den quantitativen Verhältnissen liess ich wo möglich die Zahlen selbst sprechen, und suchte dieselben überhaupt möglichst übersichtlich zu entwickeln; dass ich in diesem Abschnitte auch die bewährteren Aschenanalysen aufgenommen habe, wird, wie ich hoffe, um so eher Billigung finden, als diese nur dem in der chemischen Literatur gut Bewanderten bisher zugänglicher waren, und es dadurch dem Arzte und Physiologen geradezu verwehrt war, über diese in physiologischer Beziehung vielfach wichtigen Thatsachen einen raschen Ueberblick zu gewinnen.

Ausser dem allgemeinen chemischen Verhalten wurden auch

die analytischen Methoden wenigstens in den allgemeinsten Grundzügen aufgenommen. Eine Anleitung zur zoochemischen Analyse soll dieser Abschnitt nicht ersetzen, wohl aber soll das davon Aufgenommene dazu dienen, von den analytischen Methoden eine allgemeine Anschauung zu geben. Ausführlicher wurden dieselben nur beim Harn beschrieben, wegen der besonderen Wichtigkeit und vielfachen Anwendung derselben in der Physiologie und Pathologie. Auch den vergleichend-chemischen Thatsachen bezüglich der niederen Thierclassen wurde in diesem Abschnitte eine wenngleich untergeordnete Stelle eingeräumt.

Die Lehre von denjenigen thierischen Functionen, die auf Affinitätsgesetze mehr oder weniger zurückgeführt werden können, ist im vierten und letzten Abschnitte enthalten. Hier war es, um nicht in die reine Physiologie zu gerathen, ganz besonders nöthig, sich auf die wirklich chemischen Beziehungen zu beschränken. Dass auch die chemische Charakteristik der wichtigeren thierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel in diesem und theilweise in dem vorhergehenden Abschnitte berücksichtigt, demnach auf das Gebiet der physiologischen Diätetik ein Streifzug unternommen wurde, wird mir, wie ich hoffe, namentlich bei den Aerzten, nicht zum Vorwurfe gereichen. Das Capitel von der Ernährung, welches leicht das umfangreichste hätte werden können, ist deshalb so kurz ausgefallen, weil bei dem schwankenden Stande unserer gegenwärtigen Anschauungen über den Werth der bisher angestellten statistisch-physiologischen Beobachtungen und bei der wohl so ziemlich allgemeinen Ueberzeugung, dass der Tag noch nicht gekommen ist, wo wir eine Stoffwechselgleichung aufstellen können, eine Darstellung der bisherigen nach dieser Richtung unternommenen Untersuchungen in einem Lehrbuche nur verwirrend wirken würde, und jedenfalls kaum am Platze wäre.

Vollständige Literaturangaben lagen nicht im Plane dieses Werkes, sie gehören in ein Handbuch. Doch habe ich bei den wichtigeren und namentlich den controversen Capiteln und Fragen die betreffende Literatur für Diejenigen zusammengestellt, die auf diesem Gebiete besondere Studien machen oder sich überhaupt näher unterrichten wollen; theilweise dienen diese Angaben auch dazu, um auf die Quellen zu verweisen, aus denen ich selbst geschöpft habe.

Endlich muss ich noch einen Punkt berühren, der der Kritik möglicherweise eine Handhabe zum Tadel darbieten könnte. Es ist in der letzten Zeit so sehr Mode geworden, die mikroskopischen Krystallformen der in physiologischer oder pathologischer Beziehung wichtigeren chemischen Verbindungen durch Abbildungen zu veranschaulichen, dass es mir zum Vorwurf gemacht werden könnte, dass ich nicht desgleichen gethan habe. Ich hatte aber dazu meine guten Gründe. Ohne den Nutzen derartiger Abbildungen im Allgemeinen irgendwie bestreiten zu wollen, glaube ich doch, und die physiologisch-pathologisch-chemische Literatur der neueren Zeit giebt dafür mehrfache Belege, dass sie schon vielfaches Unheil angerichtet haben. Je länger ich mich auf dem Terrain der zoochemischen Analyse bewege, und es steht mir in dieser Beziehung eine Erfahrung von nahezu zwei Jahrzehnten zu Gebote, desto mehr überzeuge ich mich, wie viel Bedenkliches die mikroskopische Diagnose chemischer Verbindungen hat. Anorganische Verbindungen zeigen häufig in ihren mikroskopischen Krystallformen mit denen organischer wie jener des salpetersauren und oxalsauren Harnstoffs, des Leucins und Tyrosins, des Allantoins, Kreatins, der Hippursäure und anderer, so ausserordentliche Uebereinstimmung, dass nur grosse Uebung und Skepsis vor groben Täuschungen einigermaassen schützen kann. Es wäre unschwer, aus der neuesten Literatur für diese Ueberzeugung mehrfache specielle Belege zu liefern. Anderseits aber bin ich der Meinung, dass es gerathener ist, auf bereits vorhandenes Treffliches zu verweisen, wenn man nicht in der Lage ist, noch Vorzüglicheres zu leisten. In diesem Falle glaube ich mich aber gegenüber den trefflichen Atlassen von Funke und Robin u. Verdeil zu befinden, und ich habe daher, so wie ich es bereits in meiner Anleitung zur zoochemischen Analyse that, auch in diesem Werke überall auf die Abbildungen der genannten Atlasse besonders verwiesen. Vielleicht dass demnächst die angebahnte Verallgemeinerung des photographischen Verfahrens mit seiner sich täglich vervollkommnenden und vereinfachenden Technik es möglich machen wird, auch hier noch Vollkommeneres zu leisten.

Erlangen, im November 1861.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung 1

Erster Abschnitt.

Allgemeine chemische Biostatik 10

I. Bildung organischer Verbindungen in der Pflanze 11
Assimilation des Kohlenstoffs 15
Assimilation des Wasserstoffs 18
Assimilation des Stickstoffs 19
Assimilation des Sauerstoffs 21
Assimilation des Schwefels 23
Assimilation der feuerbeständigen anorganischen Bestandtheile der Pflanzen 24
Assimilation des Wassers 27
Humustheorien 28
Ueber den Modus, nach welchem in den Pflanzen die Bildung organischer Verbindungen erfolgt 31

II. Metamorphosen des Stoffs im Thier 35
Ernährung der Thiere 37
Regressive Stoffmetamorphose 42
Rückblick auf den allgemeinen Kreislauf des Stoffs 52

Zweiter Abschnitt.

Von den chemischen Bestandtheilen des Thierkörpers 54

Erste Gruppe.

Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers 56

a. Im Thierorganismus vorkommende Gase 59
Sauerstoffgas 59
Wasserstoffgas 66
Stickstoffgas 67
Kohlensäuregas 68
Kohlenwasserstoffgas, leichtes 74
Schwefelwasserstoffgas 74

b. Wasser 75

c. Salze 81
Chlornatrium 81
Chlorkalium 86
Chlorammonium 87
Fluorcalcium 88
Kohlensaures Natron 88
Kohlensaures Kali 95
Kohlensaures Ammoniak 95
Kohlensaurer Kalk 96
Kohlensaure Magnesia 99
Phosphorsaures Natron 100
Phosphorsaures Kali 105
Phosphorsaurer Kalk 106
Phosphorsaure Bittererde 111
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia 113
Phosphorsaures Natron-Ammoniak 114
Schwefelsaure Alkalien 114
Schwefelsaurer Kalk 116

d. Säuren 116
Chlorwasserstoffsäure 117
Schwefelsäure 119

Seite

e. Anorganische Stoffe, deren Verbindungsformen im Organismus noch nicht mit Sicherheit festgestellt sind 119
Kieselerde 119
Eisen 121
Mangan 125
Kupfer 125

Zweite Gruppe.

Gewebsbildner. Histogene Bestandtheile 126
A. Albuminate 126
1) Albumin 132
Paralbumin 134
Metalbumin 135
Pankreatin 135
2) Fibrin 135
3) Syntonin 137
Parasyntonin 138
4) Caseïn 139
5) Globulin 140
6) Hämatokrystallin 141
B. Albuminoide 142
1) Pyin 143
2) Schleimstoff 144
3) Keratin 145
4) Fibroin 146
5) Elastin 147
6) Collagen und Glutin 148
7) Chondrigen und Chondrin 150
8) Ichthin, Ichthidin, Ichthulin, Emydin 151
9) Peptone, Parapeptone und Metapeptone 153
10) Ptyalin und Pepsin 154
C. Fette, Seifen und freie Fettsäuren 154
A. Fette 154
B. Seifen 165
C. Freie Fettsäuren 166
D. Einzeln stehende Gewebsbildner 168
1) Hämatin 168
2) Cerebrin 173
3) Chitin 174
4) Cellulose 175

Dritte Gruppe.

Im Organismus selbst durch Desassimilation erzeugte Stoffe 176
I. Producte secretbildender Processe und intermediärer Spaltungen 176
a. Gallensäuren und ihre Spaltungsproducte 176
b. Gallenfarbstoffe 188
c. Dem Blut- und Gallenfarbstoff verwandte Pigmente 194
Hämatoidin 194
Melanin 195
d. Cholesterin und verwandte Körper 196
Cholesterin 196
Ambrain 199
Castorin 200
Wachsarten 200
e. Zuckerarten und verwandte Körper 200
Traubenzucker 200
Milchzucker 208
Inosit 210
Scyllit 211
Glykogen 211
Dextrin 215

Seite

II. Producte der eigentlich regressiven Stoffmetamorphose 216
a. Stickstoffhaltige amidartige Körper 216
Leucin 216
Tyrosin 220
Kreatin 222
Kreatinin 224
Allantoin 225
Cystin 228
Guanin 229
Sarkin 230
Xanthin 231
Harnstoff 232
b. Stickstoffhaltige Säuren 243
Hippursäure 243
Harnsäure 248
Kynurensäure 253
Inosinsäure 254
c. Indifferente stickstoffhaltige Körper 254
Harnfarbstoffe 254
Excretin 260
d. Stickstofffreie organische Säuren 260
Ameisensäure 260
Essigsäure 263
Propionsäure 264
Buttersäure 264
Valeriansäure 266
Benzoësäure 267
Milchsäure 268
Bernsteinsäure 274
Oxalsäure 276

Anhang. Substanzen, deren Präexistenz im Organismus zweifelhaft ist, — die nur sehr unvollkommen studirt, — oder die als Gemenge erkannt sind . . 280
Alcapton 280
Amyloide Substanz 281
Chlorrodinsäure 281
Damalursäure 281
Damolsäure und Taurylsäure 282
Erythrogen 282
Excretolinsäure 282
Glycerinphosphorsäure 282
Gravidin. Kyesteïn 283
Lecithin 283
Myelin, Markstoff 283
Oleophosphorsäure 284
Pyocyanin 285
Serolin 285
Zooamylin 286

Dritter Abschnitt.

Chemie der thierischen Flüssigkeiten, Gewebe und Organe 287
a. Thierische Flüssigkeiten 287
I. Chemie des Blutes 287
II. Chemie der Lymphe und des Chylus 355
a. Lymphe 355
b. Chylus 363
III. Chemie der serösen Flüssigkeiten 372
Cerebrospinalflüssigkeit 376
Pericardialflüssigkeit 376

Seite
Synovia . . . 377
Amniosflüssigkeit . . . 377
Humor aqueus . . . 378
Thränen . . . 378
Hydropische Flüssigkeiten . . . 378
Eiter . . . 382
IV. Chemie der Milch . . . 385
V. Chemie des thierischen Samens . . . 422
VI. Chemie des Schleimes . . . 426
VII. Chemie des Speichels . . . 433
VIII. Chemie des Magensaftes . . . 448
IX. Chemie der Galle . . . 462
X. Chemie des Bauchspeichels . . . 484
XI. Chemie des Darmsafts, Darminhalts und der Excremente . . . 490
a. Darmsaft . . . 490
b. Darminhalt . . . 491
Erbrochene Massen . . . 493
c. Excremente . . . 496
Meconium . . . 500
Darmsteine . . . 501
XII. Chemie der Hautdrüsensecrete . . . 503
Schweiss . . . 503
Secret der Talgdrüsen . . . 507
XIII. Chemie des Harns . . . 509
b. Thierische Gewebe und Organe . . . 569
I. Chemie des Knochengewebes . . . 569
Zahngewebe . . . 579
II. Chemie des Knorpelgewebes . . . 581
III. Chemie des Bindegewebes und elastischen Gewebes . . . 584
IV. Chemie des Horngewebes . . . 592
V. Chemie des Muskelgewebes . . . 603
a. Quergestreifte Muskeln . . . 603
b. Glatte Muskeln . . . 623
VI. Chemie des Gehirns und Nervengewebes . . . 623
Gehirn . . . 623
Rückenmark und Nerven . . . 639
VII. Chemie der drüsigen Organe . . . 646
Leber . . . 648
Milz . . . 658
Pancreas . . . 661
Nieren . . . 663
Nebennieren . . . 664
Lungen . . . 665
Thymusdrüse . . . 666
Thyreoidea, Speicheldrüsen etc. . . . 668
VIII. Chemie des Eies . . . 671

Vierter Abschnitt.

Affinitätswirkungen als Factor thierischer Functionen . . . 683
Respiration . . . 684
A. Lungenathmung . . . 684
B. Hautathmung und Gesammtgaswechsel . . . 721
Thierische Wärme . . . 725
Chemie der Ernährung . . . 738
Nahrungsmittel . . . 738
Verdauung und Assimilation . . . 757
Bilanz der Ausgaben und Einnahmen der thierischen Oekonomie . . . 770

Einleitung.

Naturgesetze sind der allgemeinste Ausdruck für gewisse Thätigkeitsäusserungen der Materie. Kein Naturobject kann sich ihrem Einflusse entziehen. Sie finden daher auch auf lebende Organismen Anwendung. Aufgabe der Physiologie.

Die Leistungen des Pflanzen- und Thierleibes festzustellen, und sie aus den elementaren Bedingungen desselben mit Nothwendigkeit herzuleiten, ist die Aufgabe der Physiologie. Das Wesen der physiologischen Forschung besteht heutzutage darin, die allgemeinen Wirkungsgesetze der Materie auf den lebenden Organismus anzuwenden, und festzustellen, inwiefern sie durch die Eigenartigkeit desselben modificirt werden. Die Physiologie ist daher eine angewandte Naturwissenschaft, ihr Ziel die Erforschung der Lebensvorgänge.

Der richtige Weg zur Erkenntniss der Erscheinungen des pflanzlichen und thierischen Lebens ist im Principe kein anderer wie derjenige, den der Naturforscher einschlägt, um in den Zusammenhang und das Wesen der Objecte der unbelebten Natur einzudringen: es ist der Weg exacter nach den allgemeinen Regeln der Kritik angestellter Beobachtung, ja nicht selten ist dieser Weg nicht nur ein im Principe, sondern auch in seiner Besonderheit übereinstimmender.

Die Quellen menschlicher Erkenntniss sind mannigfach; allein es giebt nur eine Erkenntnissquelle der Materie: die genaue Erforschung aller ihrer Zustände. Fassen wir den Begriff der Materie ganz allgemein, so begreift ihr Studium die Ermittelung aller ihrer Eigenschaften. Die Eigenschaften der Materie beziehen sich aber einerseits auf ihre äussere Form, und andererseits auf ihre Wechselbeziehungen zu anderen Körpern, auf ihre durch äussere Einwirkungen gesetzten Veränderungen. Die Veränderungen aber, welche die Naturkörper bei ihren wechselseitigen Einwirkungen erleiden, fallen, wie wir bereits im I. Bande dieses Werkes (S. 2) erläuterten, entweder in das Gebiet der **Physik** oder in jenes der **Chemie**. Methoden der Forschung.

Die im Thier- oder Pflanzenleibe organisirte Materie hört deshalb, weil sie organisirt ist, nicht auf, Materie zu sein; sie muss daher den allgemeinen Gesetzen der Materie folgen, und da die Lebenserscheinungen eine stoffliche Grundlage haben, so müssen unter ihren Factoren nothwendigerweise immer auch materielle sein. Allein während das Studium der Objecte der unbelebten Natur mit der Ermittelung ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften erschöpft ist, bieten die lebenden Organismen gewisse Zustände dar, die, obgleich der stofflichen Seite des Lebens angehörend, sich aus den allgemeinen Eigenschaften der todten Materie nicht ableiten und deuten lassen.

Jeder höhere Organismus ist ein System von Organen, jedes Organ hat seinen bestimmten Bau, seine eigenartige stoffliche Qualität und seine physiologische Bedeutung. Alle Organe stehen in Wechselbeziehung, und die Resultirende ihrer Functionen ist das, was wir Leben nennen. Die Bedingungen, von welchen das Leben abhängig ist, gehören daher zu den complicirtesten, und es reicht zu ihrer Erklärung gewöhnlich eine Ursache nicht aus, fast immer wirken mehrere zusammen.

Wenn es daher gewiss ist, dass die Methode, deren wir uns bei dem Studium der Objecte der unbelebten Natur bedienen, sich geeignet erwies, viele Lebenserscheinungen in genügender Weise zu deuten, so ist es andererseits nicht minder sicher, dass sie für bestimmte Lebensphänomene Modificationen erleiden muss. Vor Allem sind es die eigenthümlichen Formen der organisirten Materie: ihr Bau, ihre Entwickelung, die in der unbelebten Natur kein Analogon haben und ihrer Eigenartigkeit wegen auch eine eigenartige Untersuchungsmethode beanspruchen.

Die Anatomie und Histologie (Morphologie) sind es, die uns den Bau und die Entwickelung der organisirten Materie kennen lehren: Doctrinen, die für sich bestehen und sich selbstständig entwickelt haben. Aber noch eine andere Methode gibt es, die der Physiologie eigenthümlich ist: das physiologische Experiment. Es dient dazu, die Bedeutung einzelner Theile des Organismus für das Ganze zu ermitteln, theils durch die Feststellung ihres Verhaltens gegen bestimmte Reize und Einwirkungen, theils aus der Wirkung, welche ihre Entfernung, ihre Verletzung, oder ihre pathologische Veränderung auf den Gesammtorganismus oder auf bestimmte Organe desselben ausübt.

Gründe für die Berechtigung der Physik und Chemie als Hülfswissenschaften der Physiologie.

Hat daher das Studium der Lebensvorgänge auch mit Bezug auf die Methode seine eigenthümliche Seite, so bieten dieselben andererseits eine Fülle von Erscheinungen dar, die sich auf physikalische und chemische Gesetze zurückführen lassen. Um die Berechtigung der Physik als Hülfswissenschaft der Physiologie zu beweisen, genügt es, darauf hinzudeuten, dass die Gesetze des Schalls und des Sehens: die Akustik und Optik, ebenso gut der Physiologie wie der Physik angehören und geradezu in die Physik im engeren Sinne übergegangen sind. Die Gesetze der Mechanik, sie finden auf die Locomotion, auf die Muskelwirkungen des Thieres, jene der Hydro- und Aerostatik und Dynamik auf den Pro-

cess der Respiration und der Circulation ihre Anwendung, die Erscheinungen der Ex- und Endosmose im Thierkörper, des Gasaustausches in den Lungen und dem Blute, sie sind auf physikalische Diffusionsgesetze zum Theil schon zurückgeführt, die Gesetzmässigkeiten endlich in dem elektrischen und physiologischen Verhalten der Nerven, welche bis nun ermittelt sind, enthalten bereits die Elemente einer Nervenphysik. Ebenso wäre es vergeblich, heute noch läugnen zu wollen, dass die stofflichen Metamorphosen, die das Leben kennzeichnen, die Mischungsveränderungen und Umsetzungen der organischen Materie den Gesetzen jener Molekularkräfte unterthan sind, die wir mit dem Namen: chemische Affinität zu bezeichnen pflegen.

Jener Vitalismus, welcher es in Abrede stellte, dass im lebenden Organismus chemische Kräfte thätig seien, hat durch die Entdeckung Wöhler's: die künstliche Darstellung des Harnstoffs, eine Niederlage erlitten, von der er sich seither nicht wieder erholt hat, und bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft erscheint es geradezu überflüssig, diesem nachgerade aufgegebenen Standpunkte ernstliche Beachtung zu schenken. Doch erscheint es zweckmässig, die allgemeinen Thatsachen anzuführen, die der Berechtigung der Chemie als Hülfswissenschaft der Physiologie zu Grunde liegen.

Thatsachen, welche für das Walten chemischer Kräfte in pflanzlichen und thierischen Organismen sprechen.

Es ist Thatsache, dass wir aus Thieren und Pflanzen zahlreiche wohlcharakterisirte organische Verbindungen isoliren können, die in den verschiedenen Organen bereits fertig gebildet und durch den Lebensprocess erzeugt sind. Manche davon scheiden sich zuweilen schon von selbst im Organismus aus (Harnsäure, Cholesterin, oxalsaurer Kalk u. a. m.), andere werden durch blosses Abdampfen der betreffenden Flüssigkeiten, oder durch Operationen isolirt, die jeden Einwand an die Bildung dieser Verbindungen durch die Einwirkung der angewandten Scheidungsmittel von vornherein beseitigen, oder eine solche mindestens im hohen Grade unwahrscheinlich erscheinen lassen.

Ist es einerseits constatirt, dass der Organismus chemische Verbindungen zu erzeugen fähig ist, so erscheint es andererseits von nicht geringerer Bedeutung, dass wir zahlreiche durch den Lebensprocess von Pflanzen und Thieren erzeugte organische Verbindungen auch künstlich in unseren Laboratorien darstellen können, so dass also der Einwand: die organischen Verbindungen des Thierleibes und der Pflanze würden nur durch Kräfte *sui generis* erzeugt, bedeutungslos erscheint. Seit es gelungen, den Harnstoff künstlich darzustellen, haben wir mehrere andere im Thierkörper vorkommende organische Verbindungen künstlich dargestellt, so Glycin, Leucin und Taurin; auf synthetischem Wege die Fette und andere Stoffe mehr. Noch zahlreicher sind die Beispiele im Pflanzenreiche vorkommender und künstlich darstellbarer Verbindungen. Die chemischen Verbindungen, welche während des Lebensprocesses der Pflanze gebildet, auch künstlich hervorgebracht werden können, sind so zahlreich, dass ihre Aufzählung ermüden würde, und ihre Zahl vermehrt

sich noch mit jedem Tage. Allein es würde den in den Stand der Sache Uneingeweihten irreführen heissen, wollten wir verschweigen, dass es der Chemie noch keineswegs gelungen ist, eine Classe organischer Verbindungen, die wir organoplastische oder histogene nennen wollen: wirklich organisirte oder der Organisirung fähige Stoffe, künstlich zu erzeugen. Kein einziger dieser Stoffe ist noch in unseren Laboratorien künstlich dargestellt. Weder Albumin noch Faserstoff, weder Casein noch Kleber, weder Stärkmehl noch Cellulose. Auch berechtigen uns keine aus der Entwickelung der Chemie geschöpfte Gründe zu der Hoffnung, dass es uns gelingen werde, eine Pflanzenzelle, eine Muskelfaser, einen Nerv, mit einem Worte wirklich Organisirtes künstlich darzustellen.

Die Molekularkräfte, welche zur Bildung derartiger Stoffe Veranlassung geben, sie wirken allen unseren Erfahrungen zu Folge nur im lebendigen Leibe, und sind diesem eigenthümlich. Wenn demnach kein mit dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft einigermaassen Vertrauter im Ernste läugnen wird, dass bei der Bildung zahlreicher organischer Verbindungen chemische Kräfte thätig sind, so ist es nicht minder wahr, dass zur Erklärung der Bildung anderer, und namentlich der organisirten Stoffe die Affinitätsgesetze nicht ausreichen, oder dass dieselben jedenfalls durch ein uns unbekanntes im lebendigen Leibe Thätiges in einer Weise modificirt werden, die ihren gesetzten Producten den Stempel der Eigenthümlichkeit aufdrückt. In der Physiologie ist daher zwischen chemischen organischen Verbindungen, die einfach den Affinitätsgesetzen folgen, und zwischen organisirten mit sogenannten vitalen Eigenschaften begabten Materien zu unterscheiden.

In vielen Fällen lässt sich nachweisen, dass die Umsetzungen, welche die im Organismus vorkommenden organischen Verbindungen in Folge des Lebensprocesses erleiden, denen analog sind, welche dieselben Verbindungen ausserhalb des Organismus in unseren Laboratorien durch die Einwirkung chemischer Agentien erfahren. So geht die Harnsäure im Organismus in Allantoin, in Oxalsäure und in Harnstoff über, und in dieselben Producte können wir diese Verbindung auch in unseren Laboratorien auf mannigfache Weise überführen. Wenn wir an den Hauptheerden des Stoffwechsels, da, wo nach allen physiologischen Prämissen ein energischer Umsatz des Blutes und der Albuminate stattfindet, vorzugsweise zwei Verbindungen begegnen: dem Leucin und Tyrosin, die wir auch ausserhalb des Organismus stets als Zersetzungsproducte der Albuminate ebensowohl durch Säuren und Alkalien wie durch Fäulniss erhalten, so erscheint der Schluss, dass sie im Organismus auf analoge Weise aus den Albuminaten gebildet werden, gewiss nicht ungerechtfertigt.

Ebenso sind die Umsetzungen, welche dem Organismus von aussen zugeführte Stoffe in selbem erleiden, häufig mit jenen übereinstimmend, die durch Einwirkung chemischer Agentien in unseren Laboratorien ver-

anlasst werden. So verwandelt sich das Stärkmehl dem thierischen Organismus einverleibt in Traubenzucker, der Zucker unter gewissen Bedingungen in Milchsäure und Buttersäure, wir können aber auch in unseren Laboratorien das Stärkmehl in Traubenzucker und den Traubenzucker in Milchsäure und Buttersäure verwandeln. Die Alkalisalze organischer Säuren gehen im Organismus in kohlensaure Salze über, dieselbe Veränderung aber erleiden sie, indem wir sie an der Luft erhitzen.

Für das Walten chemischer Kräfte im Organismus spricht endlich auch die Thatsache, dass gewisse organische Säuren im Organismus Veränderungen erleiden, die auf der Aufnahme der Elemente anderer chemischer Verbindungen beruhen, die im Organismus bereits vorhanden sind.

Aus der allgemeinen organischen Chemie wissen wir, dass die Hippursäure, eine namentlich im Pferdeharn vorkommende organische Säure von der empirischen Formel $C_{18}H_9NO_6$, sich bei der Behandlung mit Säuren in Benzoësäure und Amidoessigsäure oder Glycin unter Aufnahme der Elemente des Wassers spaltet. In der That ist

$$\underset{\text{Hippursäure}}{C_{18}H_9NO_6} + 2HO = \underset{\text{Benzoësäure}}{C_{14}H_6O_4} + \underset{\text{Glycin}}{C_4H_5NO_4}$$

Aus ihrem ganzen Verhalten ziehen wir den Schluss, dass die Hippursäure als Benzoësäure zu betrachten ist, in welcher 1 Aeq. H des Radicals Benzoyl durch 1 Aeq. des Radicals Amidoacetyl: das Radical des Glycins, vertreten ist, und wir schreiben demgemäss ihre Formel:

$$\left.\begin{matrix} C_{14}H_4 . (C_4H_2 . NH_2O_2)O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$$

Dieser Anschauung entspricht auch das Verhalten der Benzoësäure im Organismus. Nehmen wir Benzoësäure ein, so tritt sie im Harn als Hippursäure wieder aus. Die Benzoësäure nimmt also im Organismus das Radical Amidoacetyl auf. In analoger Weise verwandelt sich die Salicylsäure im Organismus in Salicylursäure, die Cuminsäure in Cuminursäure.

Nicht minder wichtig erscheint die hinlänglich erhärtete Thatsache, dass die physiologische Dignität eines Körpers durchaus abhängig ist von seiner chemischen Zusammensetzung, und dass sein Verhalten im Organismus stets beeinflusst wird durch seine chemische Qualität. Nach allen unseren Erfahrungen steht die chemische Zusammensetzung der Organe zu ihrer Function in innigster Beziehung. Blut, Galle, Gehirn und andere Gewebe haben ihre bestimmte nur in quantitativer Beziehung und da nur innerhalb enger Grenzen schwankende chemische Zusammensetzung, und ebenso wenig, wie wir eine Flüssigkeit, die keinen Harnstoff und keine Harnsäure enthält, Harn zu nennen berechtigt sind, ebenso wenig können wir uns Blut ohne Blutkörperchen mit ihrem eisenhaltigen Farbstoff, Galle ohne Gallensäure und Gehirn ohne Cerebrin, Cholesterin und gewisse Fette denken.

Es lassen sich bisher nicht alle Erscheinungen des Lebens aus physikalischen und chemischen Gesetzen erklären.

Ob sonach physikalische und chemische Gesetze zur Erklärung von Lebensvorgängen Anwendung finden können, ist heute keine Frage mehr. Sie ist längst beantwortet. Wohl aber darf man fragen, ob sich alle Erscheinungen des Lebens aus physikalischen und chemischen Gesetzen erklären lassen, ob physikalische und chemische Kräfte die einzigen im Organismus thätigen seien. Es ist sicher, dass sich nicht alle Erscheinungen des Lebens aus den bisher bekannten physikalischen und chemischen Gesetzen erklären lassen, denn alle physikalischen und chemischen Gesetze, die uns heutzutage zu Gebote stehen, sind nicht hinreichend, die Bildung einer Pflanzenzelle, eines Nerven, den Process der Zeugung, oder auch nur die Fortpflanzung der Sinneseindrücke zum Gehirn zu erläutern, und der Inbegriff aller physikalischen und chemischen Kräfte construirt noch nicht das Leben.

Lebenskraft.

Kraft und Stoff sind Begriffe, die sich gegenseitig bedingen. Eine Kraft ohne Stoff, und ein Stoff ohne Kraft sind vom Standpunkte der Naturforschung undenkbar. Und eine Kraft, die vom Stoffe unabhängig wäre, können wir auch im lebenden Organismus nicht annehmen. Allein dass die Kräfte, die in der unbelebten Natur thätig sind, zum Theil verschieden sind von denjenigen, deren Walten wir im lebenden Organismus beobachten, ergiebt sich aus der Eigenthümlichkeit ihrer Wirkungen. An dieser Grundanschauung ändert es wenig, wenn wir die Thatsache so ausdrücken, dass wir sagen, die allgemeinen Naturkräfte würden durch die Eigenthümlichkeit des Stoffs im Organismus in ihren Thätigkeitsäusserungen modificirt. Immer bleibt es Thatsache, dass wir uns ausser Stande sehen, alle Lebenserscheinungen auf einen letzten Grund zurückzuführen, der sich durch die Worte Elektricität, Magnetismus, Licht, Wärme, Statik oder Affinität ausdrücken lässt, ja dass wir selbst dann, wenn wir allen diesen Naturkräften ihren Antheil an dem Lebensprocesse wahren, nicht umhin können, im lebenden Organismus ein anderes Thätiges anzunehmen, durch welches dem Wirken selbst der bekannten physikalischen und chemischen Kräfte der eigenthümliche Stempel aufgedrückt wird, der das organische Leben kennzeichnet. Dieses Thätige, dem lebenden Organismus Eigenthümliche, diesen letzten Grund der Summe von Erscheinungen, die wir Leben nennen, bezeichnen wir mit dem Worte Lebenskraft, ohne übrigens mit diesem Worte einen anderen Begriff verbinden zu wollen, wie denjenigen, der im Sinne der heutigen Naturforschung dem Namen Naturkraft überhaupt zukommt. (Vgl. Bd. I. S. 1.)

Hülfswissenschaften und Hülfsmittel der physiologischen Forschung.

Aus dem Angeführten ergeben sich die Hülfswissenschaften und Hülfsmittel der Physiologie von selbst: Anatomie und Histologie, Physik und Chemie und das physiologische Experiment. Anatomie und Histologie lehren den Bau des Thierleibes und seiner Organe kennen, die Physik liefert den Schlüssel zu zahlreichen Bewegungserscheinungen, welche der Organismus darbietet, die Chemie zu den in selbem stattfindenden

stofflichen Metamorphosen oder Mischungsänderungen. Das physiologische Experiment greift überall ergänzend ein.

In diesem Sinne giebt es eine morphologische (anatomische), eine physikalische, eine chemische Physiologie und eine Experimentalphysiologie.

Physiologische Chemie.

In diesem Sinne giebt es eine physiologische Chemie, eine Doctrin, welche ihrem Zwecke nach Physiologie, ihren Mitteln nach Chemie ist, und die es sich zur Aufgabe stellt, gewisse Lebensvorgänge, die auf Mischungsänderungen des Stoffes beruhen, aus chemischen Gesetzen zu erklären.

Aufgaben und Eintheilung der physiologischen Chemie.

So wie es eine Pflanzenphysiologie und eine Thierphysiologie giebt, so giebt es auch eine physiologische Phyto- und eine physiologische Zoochemie. Letztere beschäftigt sich mit der Erörterung der chemischen Verhältnisse des thierischen Organismus, und mit ihr werden wir es in diesem Werke zunächst zu thun haben. Allein die Natur ist ein Ganzes, und alle ihre Objecte befinden sich in stetiger Wechselwirkung. Nicht kann die Pflanze ohne Luft und Boden, nicht das Thier ohne Pflanze bestehen. Luft und Boden, Pflanze und Thier bedingen sich gegenseitig, und deshalb kann auch das organische Leben nicht verstanden werden im Individuum, es muss im Ganzen und Grossen aufgefasst und in seinen verschiedenen Trägern und Phasen verfolgt, es muss auf seine ersten Anfänge und Wurzeln zurückgeführt werden. Eine klare Uebersicht des in der organischen Natur waltenden Chemismus gewinnt man erst, wenn man auf die ersten Anfänge organischen Lebens zurückgeht. Die Bildung des Organischen und Unorganischen, die Metamorphosen des Stoffs von dem Momente an, wo er organisch geworden, bis zu jenem, wo er wieder unorganisch wird, mit einem Worte: die allgemeinen Gesetze des Kreislaufs des Stoffs, sie sind nothwendige Prämissen auch der physiologischen Thierchemie; ihre Entwickelung ist ein integrirender Theil derselben, sie stellen gewissermaassen die Prolegomena der Doctrin dar.

Wenn man die chemischen Vorgänge des thierischen Organismus beurtheilen will, muss man seine chemischen Substrate kennen, d. h. diejenigen chemischen Verbindungen, die Bestandtheile desselben sind. Man muss nicht nur allein wissen, wo sie vorkommen, sondern auch, welche physiologische Bedeutung sie besitzen.

Ebenso wenig aber, wie man einen Begriff von einem Hause erhält, wenn man die Elemente und chemischen Verbindungen, aus welchen es besteht, kennt, ebenso wenig erhält man einen Einblick in den wundervollen thierischen Organismus durch die blosse Kenntniss der Elemente und chemischen Verbindungen, aus denen er zusammengesetzt ist. Man muss auch ihre Vertheilung auf die einzelnen Organe des Thierleibes, man muss die chemische Zusammensetzung und das chemische Verhalten der thierischen Säfte, Gewebe und Organe kennen.

Erst mit diesem Rüstzeug kann man es wagen, der eigentlichen Aufgabe der physiologischen Chemie, der Erklärung der im Thierkörper während des Lebens vor sich gehenden chemischen Processe näher zu treten und ihre Lösung zu versuchen.

Dass endlich eine folgenreiche Behandlung der physiologischen Chemie eine genaue Kenntniss der allgemeinen theoretischen anorganischen wie organischen Chemie voraussetzt, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Die physiologische Chemie zerfällt den erörterten Verhältnissen zufolge in nachstehende Abschnitte:

I. Allgemeine Gesetze des Kreislaufs des Stoffs in der organischen Natur. Bildung organischer Verbindungen und Metamorphosen derselben in Pflanze und Thier. Rückverwandlung in anorganische Materien: Allgemeine chemische Biostatik.

Allgemeine chemische Biostatik.

II. Chemische Substrate des Thierorganismus. Vorkommen und Verwandlungen der im Thierleibe nachgewiesenen chemischen Verbindungen, und physiologische Bedeutung derselben: Zoochemie.

Zoochemie.

III. Chemische Zusammensetzung und allgemeines chemisches Verhalten der thierischen Säfte, Gewebe und Organe: Phlegmatochemie, Histochemie, Organochemie.

Phlegmatochemie, Histochemie, Organochemie.

IV. Ermittelung der Gesetze, nach welchen die auf Mischungsänderungen beruhenden thierischen Functionen und Lebensvorgänge erfolgen: Zoochemische Processe.

Zoochemische Processe.

Gegenwärtiger Standpunkt der physiologischen Chemie.

Haben wir in obigen Zeilen die Ziele der physiologischen Chemie angedeutet, so fragt es sich nun, in wie weit dieselben erreicht oder erreichbar sind. Das was in der physiologischen Chemie erreicht ist, verschwindet gegen das erst Anzustrebende, denn die physiologische Chemie ist eine noch sehr junge Wissenschaft. In dem Sinne aufgefasst, den wir entwickelt haben, kann man sie eine Tochter des Jahrhunderts nennen, und noch sind kaum die Grenzen des neuerworbenen Gebietes genau abgesteckt, viel weniger aber noch ist das Land überall urbar gemacht. Wenn wir uns den Boden von dem üppig wuchernden Unkraute unrichtiger Beobachtungen, auf falschen Prämissen ruhender Schlüsse und luftiger Hypothesen gesäubert denken, so bleibt eine ziemlich spärliche Saat erhärteter Thatsachen und errungener Wahrheiten übrig. Der Grund hiervon ist leicht einzusehen.

Die physiologische Chemie ist ein Grenzgebiet, welches weder ganz der Physiologie noch ganz der Chemie angehört. Ihr Zweck ist ein physiologischer, ihre Methoden sind chemische. Eine physiologische Chemie vom Standpunkte der Chemie aus giebt es nicht. Ihre Resultate haben für den Chemiker kein Interesse, sie liegen nicht im Bereiche seiner Ziele. Daher kommt es, dass verhältnissmässig nur wenige Chemiker sich der physiologischen Chemie zuwendeten. Andererseits waren die Physiologen bis auf die jüngste Zeit zur Lösung physiologisch-chemischer Aufgaben

im Allgemeinen wenig befähigt, da den meisten derselben ebensosehr die theoretischen wie die praktischen Kenntnisse in der Chemie mangelten, ohne die sie die Waffen der Chemie zu handhaben nicht wagen durften. Berücksichtigt man überdies, dass die physiologische Chemie vorwiegend auf die Entwickelung der organischen Chemie basirt ist, und diese erst in den letzten Decennien einen höhern Grad der Ausbildung erreicht hat, so kann es nicht Wunder nehmen, dass hier so vieles noch zu thun ist, ja wir werden vielmehr anerkennen müssen, dass die Leistungen auf diesem Gebiete so bedeutend sind, als man unter den gegebenen Verhältnissen billiger Weise erwarten konnte.

Geschichtliches.

Als die ersten erfolgreichen nach wissenschaftlichen Principien angestellten physiologisch-chemischen Untersuchungen sind die von Priestley, Lavoisier, Senebier, Ingenhouss und de Saussure über das Verhältniss der Atmosphäre zur organisirten Natur: zur Respiration der Thiere und Pflanzen und zur Entwickelung der thierischen Wärme zu bezeichnen. Die physiologische Chemie aber in ihrer gegenwärtigen Gestalt ist grossentheils die Schöpfung zweier Chemiker und ihrer Schulen, die unserem Jahrhundert angehören: Berzelius und Liebig. Hat Ersterer durch viele auch heute noch werthvolle Untersuchungen die Bahn zu einer eigentlichen Zoochemie gebrochen, so sind von Letzterem und seiner Schule nicht nur zahlreiche und höchst wichtige Entdeckungen auf dem Gebiete der Zoochemie ausgegangen, sondern er hat dieselben, sowie überhaupt das vorhandene Material durch das geistige Band genialer Anschauungen zu verknüpfen und für die eigentlichen Ziele der physiologischen Chemie zu verwerthen verstanden. Kein Chemiker hat auf diesem Gebiete auch nur entfernt in gleichem Grade anregend gewirkt, und selbst da, wo seine Ansichten auf Wiederspruch stiessen, haben sie gleich einem Ferment die Bewegung der Geister wachgerufen und nach allen Seiten reiche Frucht getragen.

Nächst den Genannten haben Mulder und Boussingault wohl die umfassendsten Untersuchungen auf dem Gebiete der physiologischen Chemie, Letzterer mit besonderer Beziehung zur Agricultur, angestellt.

Erster Abschnitt.

Allgemeine chemische Biostatik.

Kreislauf des Stoffs.

Die Materie kann nicht vernichtet werden, ihre Quantität bleibt im Bereiche der Anziehung der Erde immerdar dieselbe. Kein Molekül geht je verloren. Alle Veränderungen des Stoffs beruhen am Ende nur auf Platzwechsel, auf neuer Gruppirung der Moleküle. Austausch der Elemente, Verbindung und Zersetzung, Aufnahme und Ausscheidung, sie sind der Inbegriff aller materiellen Bewegung auf Erden. Vernichtung ist kein naturwissenschaftlicher Begriff. Was man gewöhnlich Vernichtung, Zerstörung nennt, ist dem Naturforscher nur Wechsel der Form, oder Wechsel der Mischung, im letzteren Falle chemisch ausgedrückt Zersetzung. Mit der chemischen Zersetzung geht aber die Bildung neuer Verbindungen Hand in Hand. So wie das scheinbare Verschwinden der Kräfte nur eine Wandelung derselben ist, so ist die scheinbare Vernichtung des Stoffs nur eine Neugestaltung desselben. Dies Alles gilt auch für das organische Leben. Fassen wir dieses im Ganzen und Grossen auf, so zeigt sich nirgends ein Ausfall, nirgends ein Ueberschuss. Pflanzliche, thierische Generationen gehen unter, um neuen Platz zu machen. Der Tod selbst ist eine Quelle des Lebens. Die Bestandtheile der Luft, des Wassers und des Bodens werden zu Bestandtheilen der Pflanze, die Bestandtheile der Pflanze zu Bestandtheilen des Thieres, die Bestandtheile des Thieres werden wieder zu Bestandtheilen der Luft und des Bodens. Der Kohlenstoff der Kohlensäure der Luft wird zum Kohlenstoff der Cellulose, des Stärkmehls, Gummis, der Pflanzensäuren und Alkaloide, des Klebers und Albumins, er wird zum Kohlenstoff unseres Fleisches und Blutes, er kehrt aus unserem Fleische und Blute in der Form von Kohlensäure wieder in die Luft zurück, von der er stammte. Der Granit, indem er unter der Einwirkung der atmosphärischen Einflüsse verwittert, liefert im aufgeschlossenen Feldspathe dem Boden das Kali, das wir in der Asche der Pflanzen wiederfinden. Das Kali unseres Fleisches und Blutes stammt von den Vegetabilien und von dem Fleische und Blute der pflanzenfressenden Thiere, von dem wir uns nähren, es stammt daher ebenfalls aus dem Boden und es kehrt wieder in diesen zurück. Was in unserem Leibe organisch ist, wir erhalten es aus der Luft,

was darin von anorganischen Salzen vorkommt, es kommt aus dem Boden. Durch ihre Ausscheidungen während des Lebens, durch ihre Verwesung nach dem Tode geben Thiere und Menschen das, was von der Erde stammte, dieser wieder, was von der Luft stammte, es kehrt in diese zurück.

Die Wanderungen des Stoffs stellen eine in sich geschlossene Kette dar, deren Anfangsglieder auch ihre Endglieder sind. Luft und Erde werden zur Pflanze, die Pflanze wird zum Thier, das Thier wird zu Bestandtheilen der Luft und des Bodens. Ganz allgemein ausgedrückt: das Anorganische wird organisch, um wieder anorganisch zu werden.

Dies ist es, was wir Kreislauf des Stoffs nennen.

Stoffwechsel.

Was wir im Gesammtgebiete der Natur als Kreislauf des Stoffs bezeichnen, das nennen wir im organischen lebenden Individuum Stoffwechsel. In jedem Zeittheilchen verliert der Körper Stoff durch Gewebsumsatz, durch Absonderung und Ausscheidung, in jedem Momente unseres Daseins geben wir der Luft und Erde einen Theil dessen zurück, was wir ihr genommen haben. Trotz dieses beständigen Verlustes aber ändert sich das Gewicht des Körpers wenig oder nicht, trotz desselben behält er seine Form und seine allgemeinen Mischungsverhältnisse. Dies ist aber nur unter der Voraussetzung denkbar, dass dem Körper das, was er verloren hat, wieder ersetzt wird. Dieser Ersatz geschieht durch Zufuhr von aussen: durch die Nahrung.

Die Wanderungen des Stoffs also von dem Momente an, wo er Bestandtheil des pflanzlichen oder thierischen Organismus geworden, bis zu jenem, wo er aus selbem wieder austritt, bezeichnen wir mit dem Worte Stoffwechsel.

Die allgemeinen Gesetze des Stoffkreislaufs und des Stoffwechsels zu ermitteln, ist die Aufgabe der chemischen Biostatik.

I. Bildung organischer Verbindungen in der Pflanze. Ernährung der Pflanze.

Das organische Leben beginnt mit der Pflanze, und mit ihr die Bildung organischer Verbindungen.

Die in den Pflanzen vorkommenden organischen Verbindungen werden in der Pflanze selbst erst, und zwar aus unorganischen Materien gebildet.

Wenn wir eine Pflanze verbrennen, so bleiben ihre unorganischen Bestandtheile als Asche zurück. Die Bestandtheile dieser Asche sind keine der Pflanze eigenthümliche, denn sie finden sich auch in der Erdrinde. Allein der bei weitem grösste Theil der Pflanze ist verbrennlich, er besteht aus organischen Materien, er besteht aus jenen zahlreichen organischen Verbindungen, die die Chemie als Bestandtheile des Pflanzenleibes nachgewiesen hat, und die wir bereits im II. Bande dieses Werkes kennen gelernt haben. Von diesen organischen Bestandtheilen der Pflanzen finden wir keinen einzigen in den Medien, mit welchen die Pflanze in Wechselwirkung treten kann; weder in der Erdrinde, noch im Wasser, noch endlich in der Luft hat man diese organischen Verbindungen nachzuweisen

vermocht, sie müssen sich daher, und dieser Schluss ist zwingend, in der Pflanze selbst erst mit ihrer Entwickelung gebildet haben, sie müssen sich während der ganzen Lebensdauer der Pflanze fortwährend neu in ihr erzeugen, denn die Pflanze ist wie jeder lebende Organismus den Gesetzen des Stoffwechsels unterworfen, sie erhält ihre Form und Mischung trotz fortwährender Veränderung der Moleküle, sie ersetzt den Stoffverlust durch Zufuhr von aussen, durch die Nahrung. Es unterliegt gegenwärtig nicht dem geringsten Zweifel mehr, die Pflanze ist das synthetische Laboratorium, in welchem aus unorganischen Materien die zahlreichen organischen Verbindungen gebildet werden, denen wir im Leibe der Pflanzen begegnen.

Es fragt sich nun, aus welchen unorganischen Materien gestaltet die Pflanze ihren Leib, und aus welchen namentlich den organischen Antheil ihres Leibes. In anderer Form ausgedrückt, lautet diese Frage: was sind die Nahrungsmittel der Pflanze?

Nahrungsmittel der Pflanze.

Die Pflanze kann ihre Nahrung nur solchen Medien entnehmen, mit welchen sie in Berührung kommt, und mit welchen sie in nachweisbare Wechselwirkung tritt. Diese Medien sind aber für alle Pflanzen ohne Unterschied das Wasser, die atmosphärische Luft und der Boden, d. h. die Erdrinde oder ihre Bestandtheile. Die Landpflanze tritt mit dem Wasser in Wechselwirkung, sie nimmt es auf durch ihre Blätter ebensowohl, wie durch ihre Wurzeln, in letzterem Falle als sogenannte Bodenfeuchtigkeit; die Wasserpflanze lebt im Wasser, und die Parasitenpflanze endlich steht zu dem atmosphärischen Wasser in einer ebenso einfachen Beziehung wie die Landpflanze, während sie das aus dem Boden stammende Wasser mittelbar, d. h. durch Vermittelung derjenigen Pflanze erhält, auf der sie lebt. Die Bestandtheile der atmosphärischen Luft können von der Land- und Parasitenpflanze unmittelbar aus der Luft aufgenommen werden, während sie die Wasserpflanze aus dem Wasser erhält, welches ja so wie es in der Natur vorkommt, wie wir wissen, immer nicht unbeträchtliche Quantitäten Luft aufgelöst enthält. Die Bestandtheile des Bodens endlich, die die Pflanze zu ihrer Erhaltung bedarf, erhält die Landpflanze durch ihre Wurzeln, die Wasserpflanze aus dem Wasser, welches diese Bodenbestandtheile aufgelöst enthält, und die Parasitenpflanze mittelbar, durch Vermittelung derjenigen Pflanze, auf der sie lebt.

Also ganz allgemein ausgedrückt, sind die Bestandtheile des Wassers, der Luft und des Bodens diejenigen Stoffe, mit welchen die Pflanzen ohne Ausnahme in Wechselwirkung treten können, dass sie aber mit denselben wirklich in Wechselwirkung treten, dass sie aus ihnen diejenigen Stoffe aufnehmen, welche sie zur Erhaltung bedürfen, und daraus ihren Leib gestalten, ist gegenwärtig durch zahlreiche und wichtige pflanzenphysiologische Untersuchungen als vollkommen festgestellt zu betrachten.

Die Erfahrung lehrt, dass die Pflanzen sterben, wenn ihnen eines der oben genannten Medien: Luft, Wasser, Boden, entzogen wird.

Sie sind also für das Leben der Pflanze unumgänglich nothwendig. Die Erfahrung lehrt ferner, dass Luft, Wasser und Boden oder, wenn man will, ihre Bestandtheile von der Pflanze zum Theil aufgenommen werden, und dass insbesondere die Luft zu dem Pflanzenleben in einer Beziehung steht, welche derjenigen der Thiere geradezu entgegengesetzt ist, dass die Pflanzen durch die Veränderung, welche die atmosphärische Luft in ihnen erleidet, zu Regulatoren der constanten Zusammensetzung der Luft werden, wie dies bereits im I. Bande dieses Werkes S. 80 u. 285 angedeutet wurde.

Als Nahrungsmittel bezeichnen wir im Allgemeinen alle diejenigen Stoffe, welche, von aussen in den lebenden Organismus eingeführt, zum Ersatze des Stoffverlustes und dadurch zur Erhaltung des Lebens dienen. Die Nahrungsmittel müssen daher, wobei wir von der Eigenthümlichkeit der Ernährungsverhältnisse bei Pflanzen und Thieren ganz absehen, jedenfalls die Elemente des Pflanzen- und Thierleibes enthalten. Betrachten wir nun die Zusammensetzung der organischen Bestandtheile des Pflanzenleibes, so finden wir Folgendes:

Allgemeine organische Bestandtheile der Pflanzen.

1) Alle organischen Bestandtheile der Pflanzen enthalten Kohlenstoff.
2) Alle organischen Pflanzenbestandtheile enthalten Wasserstoff. Manche organische im Pflanzenreiche vorkommende Materien enthalten nur diese beiden Elemente. Hieher gehören vor Allem viele ätherische oder flüchtige Oele. Vgl. Bd. II. S. 653.
3) Die Hauptmasse der in den Pflanzen vorkommenden organischen Verbindungen enthält ausser den oben genannten Elementen auch noch Sauerstoff. So gehören zu den allgemeinsten und physiologisch wichtigsten Bestandtheilen der Pflanzen die sogenannten Kohlehydrate (Cellulose, Stärke, Gummi, Pflanzenschleim, Zucker), welche aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers bestehen, und die die Elemente des Wassers im selben Verhältnisse wie im Wasser enthalten. Vgl. Bd. II. S. 506.

 Eine andere Classe von organischen Pflanzenbestandtheilen enthält ausser Kohlenstoff die Elemente des Wassers *plus* einer gewissen Menge Sauerstoff. Sie umfasst mit wenigen Ausnahmen die zahlreichen in den Pflanzen vorkommenden organischen Säuren; wieder andere Pflanzenbestandtheile enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers *plus* einer gewissen Menge Wasserstoff. Viele ätherische Oele, Wachs, die Harze, manche Glucoside u.s.w. gehören hieher, ebenso auch die Fette.
4) Sehr wichtige, wenngleich der Menge nach zurücktretende Bestandtheile des pflanzlichen Organismus enthalten ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch noch Stickstoff. Der Stickstoff ist ein Bestandtheil der organischen Basen oder der Alkaloide, und der Albuminate. Obgleich er gewichtlich den kleinsten Theil der Masse der Pflanzen ausmacht, so fehlt er doch in keiner Pflanze.

5) Ausser Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff enthalten gewisse allgemein verbreitete Pflanzenstoffe von sehr complexer Zusammensetzung auch noch Schwefel. Es gehören hieher vor Allem die sogenannten Albuminate oder Proteinkörper. Diese Substanzen, obgleich der Menge nach in den Pflanzen im Vergleich zum Thierreich untergeordnet, sind doch für die Bildung der Elementarorgane aller Pflanzen unentbehrlich, und fehlen daher auch keiner. Nur wenige Bestandtheile von Pflanzen bestehen nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel (Knoblauchöl, Asafoetida-Oel), und aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel bestehende organische Verbindungen finden sich nach den bisherigen Beobachtungen in den Pflanzen fertig gebildet mit Ausnahme des Senföls im Meerrettig gar nicht. Ob Phosphor ein Bestandtheil gewisser Albuminate ist, erscheint noch zweifelhaft.

Allgemeine anorganische Bestandtheile der Pflanzen.

Jede Pflanze hinterlässt, wenn sie verbrannt wird, Asche, d. h. eine gewisse Menge anorganischer Verbindungen. Diese Verbindungen, gleichviel ob wir uns dieselben in der lebenden Pflanze so gruppirt denken, wie wir sie in der Asche finden, oder nicht, machen jedenfalls einen nie fehlenden Bestandtheil des Pflanzenleibes aus, sie sind, wie sehr wichtige Untersuchungen gelehrt haben, für die Erhaltung des Lebens, für die Bildung der Pflanzenorgane ebenso unentbehrlich, wie die oben aufgeführten Elemente des organischen Antheils ihres Leibes.

Die in der Asche aller Pflanzen constant vorkommenden anorganischen Verbindungen sind: Kali, Natron, Bittererde und Kalk gebunden an Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure und Chlor, ausserdem Eisen, Mangan und Kieselerde, und geringe Mengen von Fluor. In den Seepflanzen finden sich ausserdem noch wägbare Mengen von Brom und Jod. Thonerde und Baryt sind zwar ebenfalls in der Asche gewisser Pflanzen aufgefunden, allein gehören ebenso wenig zu den constanten anorganischen Bestandtheilen der Pflanzen wie die in einigen Pflanzen aufgefundenen salpetersauren Salze. Es ist ferner klar, dass die in den Aschen gefundenen kohlensauren Salze mindestens zum grossen Theile von der Verwandlung der Salze organischer Säuren in kohlensaure durch den Verbrennungsprocess stammen, und daher in der lebenden Pflanze nicht als solche enthalten sind.

Zu den wesentlichen anorganischen Bestandtheilen der Pflanzen muss endlich noch das Wasser gezählt werden, welches das Lösungsmittel der in den Pflanzensäften gelösten Stoffe ist, und seiner Menge nach einen sehr vorwiegenden Theil der Pflanzen ausmacht. Einige Pflanzen enthalten davon 86 bis 96 Proc. ihrer ganzen Masse.

Nach diesen Erörterungen kann es keinen Augenblick zweifelhaft sein, wovon die Erhaltung und Entwickelung der Pflanzen abhängig ist, oder, was am Ende dasselbe ist, welche Elemente der Pflanze durch die

Nahrung zugeführt werden müssen. Die Entwickelung der Pflanze ist abhängig:

Von welchen Nahrungsbedingungen die Erhaltung und Entwickelung der Pflanzen abhängig ist.

1) Von der Aufnahme einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff,
2) einer Wasserstoffverbindung, welche ihr den Wasserstoff,
3) einer Stickstoffverbindung, welche ihr den Stickstoff,
4) einer Schwefelverbindung, welche ihr den Schwefel liefert;
5) von der Gegenwart von Sauerstoff, der zur Bildung organischer sauerstoffhaltiger Verbindungen erforderlich ist;
6) von der Aufnahme endlich von Wasser und jener anorganischer Verbindungen, die wir als wesentliche Bestandtheile der Pflanzen überhaupt aufgeführt haben, oder mittelbar abhängig von einem Medium, welches diese anorganischen Stoffe, namentlich Phosphorsäure, Kali, Kieselsäure, Schwefelsäure, Kalk, Bittererde, Eisen und Kochsalz in einer assimilirbaren Form enthält.

Aus der Thatsache, dass atmosphärische Luft, Wasser und Boden die einzigen Medien sind, mit denen die Pflanze in nachweisbare unmittelbare oder mittelbare Wechselwirkung tritt, folgt ohne Weiteres, dass diese Medien alle zur Erhaltung der Pflanzen nöthigen Stoffe ihren Elementen nach oder als solche enthalten müssen. Wir haben aber weiter oben gesehen, dass von allen organischen Bestandtheilen der Pflanzen kein einziger in der Luft, im Wasser und im Boden nachzuweisen ist, während die anorganischen Bestandtheile derselben sich alle im Boden wiederfinden, ihnen also nicht eigenthümlich sind. Die Frage, woher die Pflanzen ihre anorganischen Bestandtheile nehmen, ist daher von vornherein zu beantworten, sie ist aber auch auf experimentellem Wege beantwortet: sie erhalten sie aus dem Boden.

Die weitere Frage ist aber die: welchen Medien entnimmt die Pflanze die Elemente ihrer organischen Bestandtheile, und wie gestaltet sie diese aus ihren Elementen?

Auch diese Frage ist ihrem ersten Theile nach durch eine Reihe der wichtigsten und schönsten Untersuchungen genügend beantwortet, während der zweite Theil derselben seiner Lösung allerdings in mehr wie einer Beziehung noch harrt.

Assimilation des Kohlenstoffs.

Assimilation des Kohlenstoffs.

Es ist eine auf das Bestimmteste constatirte Thatsache, dass die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft eine unveränderliche ist. Auf allen Punkten der Erdoberfläche und ganz unabhängig von den Verhältnissen des Klimas, der Erhebung über die Meeresfläche, der geographischen Breite, der Vegetation etc. sind darin Sauerstoff und Stickstoff genau in demselben Gewichts- und Volumenverhältnisse enthalten. Der Kohlensäuregehalt der Luft, an und für sich im Verhältniss zum Stickstoff und Sauerstoff ein sehr geringer, schwankt zwar innerhalb gewisser

Constante Zusammensetzung der atmosphärischen Luft.

Grenzen, aber auch er wechselt wohl nach den Jahreszeiten, ändert sich aber nicht in verschiedenen Jahren. 100 Raumtheile atmosphärischer Luft enthalten nach den genauen Beobachtungen von de Saussure im Mittel aller Jahreszeiten und nach den durch eine dreijährige Beobachtungsdauer gegebenen Daten 0,041 Volumprocente Kohlensäure.

Es ist aber bekannt, dass Thiere und Menschen durch ihren Respirationsprocess der Luft fortwährend Sauerstoff entziehen und ihr dafür Kohlensäure zuführen; es ist ebenso bekannt, dass bei der Verbrennung aller organischen Stoffe, und desgleichen bei ihrer Verwesung und Fäulniss Kohlensäure gebildet wird, die ebenfalls in die Luft entweicht. Durch jede brennende Lampe, durch jedes brennende Scheit Holz, durch jeden Athemzug erzeugen wir eine Quantität Kohlensäure, die in die Luft entweicht, während daraus eine entsprechende Menge Sauerstoff verschwindet. Ein einziger Mensch entzieht der Luft in 24 Stunden 45 Kubikfuss Sauerstoff, eine einzige Eisenhütte verbraucht Hunderte von Millionen Kubikfuss Sauerstoff. Wenn man von den Verbrennungsprocessen und der Respiration der Thiere ganz absieht und nur die der Menschen in Rechnung zieht, lässt sich durch eine ungefähre Berechnung finden, dass sich der Gehalt der Luft an Kohlensäure in 1000 Jahren verdoppeln müsste, und dass in 303 mal so viel Jahren aller Sauerstoff der Luft verschwunden und durch Kohlensäure ersetzt wäre. Und doch ist dies so wenig der Fall, dass die Luft in den Thränenkrügen des vor mehr wie 1800 Jahren verschütteten Pompeji genau dieselbe Zusammensetzung besitzt, wie die Luft heutzutage.

Diese Thatsachen sind vollkommen unbegreiflich, wenn nicht eine Ursache vorhanden ist, welche die ungeheueren Massen von Kohlensäure aus der Luft beständig wegschafft, und die ihr den daraus verschwundenen Sauerstoff wiedergiebt.

Ursache davon.

Diese Ursache aber ist vorhanden und bekannt. Es ist der Lebensprocess der Pflanzen, dem unter Anderem die Function zugefallen ist, das durch Thiere und Verbrennungsprocesse gestörte Gleichgewicht in der Zusammensetzung der Atmosphäre wieder herzustellen. Die Pflanzen entziehen der Luft beständig Kohlensäure und geben ihr Sauerstoff wieder. Sie sind daher in ihrer Wirkung auf die Atmosphäre den Thieren geradezu entgegengesetzt, sie sind Luftverbesserer, wie die Thiere Luftverderber sind. Diese Function der Pflanzen fällt aber zusammen mit einem Theil ihrer Ernährung: mit der Assimilation des Kohlenstoffs. Die Pflanzen wirken dadurch luftverbessernd, dass sie nicht allein Kohlensäure der Luft entziehen, sondern ihr auch den verschwundenen Sauerstoff wieder zuführen. Dies geschieht aber dadurch, dass sie die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure in ihrem Organismus zersetzen, den Kohlenstoff derselben zum Aufbau ihres Leibes verwenden, den Sauerstoff derselben aber der Luft wieder zurückgeben. Dieses Verhältniss der Pflanzen zur Atmosphäre und somit auch die Quelle ihres

Kohlenstoffs ist eine ebensowohl auf dem Wege der Beobachtung, wie auch auf jenem der Induction bewiesene Thatsache.

Priestley und Senebier haben zuerst die wichtige Beobachtung gemacht, dass die Blätter und alle grünen Theile der Pflanzen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes Kohlensäure einsaugen und Sauerstoff aushauchen. Die Blätter und Zweige der Pflanzen besitzen dieses Vermögen selbst dann noch, wenn sie von der Pflanze getrennt sind. In Brunnenwasser, welches Kohlensäure enthält, und noch mehr in Wasser, welches künstlich mit Kohlensäure gesättigt wurde, nehmen sie daraus so lange Kohlensäure auf, als noch welche vorhanden ist, und entwickeln dafür reines Sauerstoffgas. Wenn die Entwickelung von Sauerstoff aufhört, ist auch die Kohlensäure verschwunden; setzt man aufs Neue Kohlensäure zu, so stellt sich die Sauerstoffentwickelung wieder ein. Bringt man dagegen die Pflanzen in ausgekochtes Wasser, welches keine Kohlensäure enthält, oder in solches, welches Alkalien enthält, welche die Kohlensäure binden, so findet keine Gasentwickelung statt. Büschel von krautartigen Gewächsen, in ein Gemenge von 70 Thln. atmosphärischer Luft und 30 Thln. Kohlensäure gebracht, verwandeln in Zeit von vier Stunden fast alles Kohlensäuregas in ein gleiches Volumen Sauerstoffgas. Es ist ferner nachgewiesen, dass Pflanzen in atmosphärischer Luft sterben, der durch Kalkhydrat die Kohlensäure entzogen ist, während sie an kohlensäurehaltiger Luft gedeihen und an Gewicht zunehmen, obgleich sie dabei Sauerstoff aushauchen.

Die Pflanzen nehmen aus der Luft Kohlensäure auf, reduciren dieselbe in ihrem Organismus, behalten den Kohlenstoff zum Aufbau ihres Leibes, und geben den Sauerstoff der Luft wieder zurück.

Dass die Pflanzen ihren Kohlenstoff aus der Kohlensäure der atmosphärischen Luft beziehen können, ist allein schon durch die Vegetation derjenigen Pflanzen, wie der Flechten, bewiesen, die sich auf nackten Felsen entwickeln. Derartige Pflanzen können ihren Kohlenstoff nur der atmosphärischen Luft entnehmen.

Betrachtet man die Zusammensetzung der in den Pflanzen nachgewiesenen organischen Verbindungen, so findet man, dass sie alle weniger Sauerstoff enthalten, als nöthig wäre, um mit ihrem Kohlenstoff Kohlensäure zu bilden. Indem also die Pflanzen Kohlensäure aufnehmen, muss dieselbe in ihrem Organismus zerlegt werden, und zwar in der Art, dass ihr Sauerstoff wieder austritt, denn die Bildung dieser organischen Verbindungen setzt eine Trennung des Kohlenstoffs von Sauerstoff voraus. Es ist also gewiss, dass der Sauerstoff, den die Pflanzen aushauchen, zum Theil von der aufgenommenen Kohlensäure stammt.

Wenn es sonach erwiesen ist, dass die Pflanzen der Luft Kohlensäure entziehen und ihr dafür Sauerstoff wiedergeben, und dass in ihrem Organismus eine Reduction der Kohlensäure stattfindet, so fragt es sich zunächst: beziehen die Pflanzen die Kohlensäure nur aus der Atmosphäre, und reicht überhaupt der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zur Ernährung der Pflanzen aus, oder giebt es noch eine andere Kohlensäurequelle für die Pflanzen. Obgleich die in der Luft enthaltene Kohlensäuremenge nach angestellten Berechnungen vollkommen hinreichend

erschiene, so ist es doch durch Versuche erwiesen, dass die Aufnahme der Kohlensäure von den Pflanzen in zweierlei Weise erfolgt: von den Blättern und grünen Theilen der Pflanzen wird die Kohlensäure aus der Luft aufgenommen, aber ein anderer Theil wird von den Landpflanzen durch die Wurzeln aufgenommen. Die in den Poren des Bodens enthaltene Luft ist reicher an Kohlensäure wie die Atmosphäre, mit dem Wasser, welches die Wurzeln der Pflanzen einsaugen, muss also eine grosse Menge Kohlensäure in die Pflanzen gelangen.

Bei den Wasserpflanzen ist nur die Aufnahme von in Wasser gelöster Kohlensäure denkbar. Es ist aber auch für die Wasserpflanzen durch Versuche erwiesen, dass sie Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff exhaliren.

Der Kohlenstoff der Pflanzen stammt demnach von der Kohlensäure der Atmosphäre, des Wassers und des Bodens, und seine Assimilation besteht in einer Reduction der Kohlensäure, in Folge deren der Kohlenstoff von den Pflanzen zurückgehalten, der Sauerstoff aber der Luft wiedergegeben wird.

Assimilation des Wasserstoffs.

Assimilation des Wasserstoffs.

Obgleich directe Beweise für die Annahme, dass den Pflanzen auch die Fähigkeit zukommt, das Wasser in ihrem Organismus zu zersetzen, fehlen, so sprechen doch viele und gewichtige Gründe dafür, dass die Pflanzen ihren Wasserstoff aus dem Wasser erhalten.

Gründe für die Annahme, dass die Pflanzen die Fähigkeit besitzen, das Wasser zu zerlegen und seinen Wasserstoff sich zu assimiliren.

De Saussure fand, dass mit der Abscheidung des Sauerstoffs und mit der Zersetzung der Kohlensäure die Pflanze an Gewicht zunimmt, was vollkommen der Annahme entspricht, dass mit dem Kohlenstoff gleichzeitig die Elemente des Wassers von der Pflanze assimilirt werden. Indem der Kohlenstoff aus der Kohlensäure frei wird, muss er, da alle organische im Pflanzenleibe vorkommende Verbindungen Wasserstoff enthalten, an Wasserstoff treten; dass dieser ihm aber von dem für das Pflanzenleben unentbehrlichen und überall vorhandenen Wasser geliefert werde, ist wohl die am Nächsten liegende Annahme. Die Annahme dagegen, dass das Wasser als solches mit dem Kohlenstoff in Verbindung treten könne, ist nur für eine beschränkte Anzahl von Verbindungen, für die Kohlehydrate zulässig; alle anderen Verbindungen enthalten aber entweder ein *plus* oder ein *minus* von Wasserstoff, ja einige bestehen sogar nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Wachs, Harze, flüchtige Oele, Kautschuk sind alle durch ein plus von Wasserstoff gekennzeichnet. Wenn sonach der Wasserstoff der organischen Verbindungen von dem Wasser stammt, so muss dasselbe in ähnlicher Weise reducirt werden, wie die Kohlensäure, und es muss daher auch auf diese Weise Sauerstoff frei werden. Am Wahrscheinlichsten ist es, dass in der Pflanze beide Verbindungen gleichzeitig zersetzt, und der Sauerstoff aus beiden abgeschieden wird. Zum Theil bleibt derselbe mit den neugebildeten Radi-

calen verbunden, zum Theil aber entweicht er in die Atmosphäre. Wir werden übrigens sogleich hören, dass ein Theil des Wasserstoffs bei der Bildung stickstoffhaltiger Verbindungen möglicherweise auch vom Ammoniak stammen kann.

Assimilation des Stickstoffs.

Assimilation des Stickstoffs.

Die Quelle des Stickstoffs der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen ist das Ammoniak, wie Liebig zuerst mit voller Bestimmtheit dargethan hat.

Ohne nähere Kenntniss und Würdigung der obwaltenden Verhältnisse könnte man geneigt sein, zu fragen, warum es nicht einfacher erschiene, anzunehmen, dass der Stickstoff der Pflanzen aus dem Stickstoff der Luft stamme, die ja daran so reich ist. Allein bei näherer Betrachtung ergiebt sich, dass gegen diese Annahme alle Gründe sprechen, während die Aufnahme des Stickstoffs aus dem Ammoniak theils auf directem, theils auf indirectem Wege auf das Vollständigste bewiesen ist.

Gründe für die Annahme, dass der Stickstoff der Pflanzenbestandtheile von dem Ammoniak stammt.

Wenn man annimmt, der Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen stamme von dem freien Stickstoff der atmosphärischen Luft, so setzt man damit voraus, dass er die Fähigkeit besitze, sich mit dem Kohlenstoff, dem Wasserstoff und dem Sauerstoff zu vereinigen. Allein wir haben nicht den geringsten Anhaltspunkt für diese Voraussetzung. Vielmehr wissen wir, dass der Stickstoff das indifferenteste aller Elemente ist, und es ist uns noch nicht gelungen, ihn mit einem einzigen Elemente, den Sauerstoff ausgenommen, direct zu vereinigen. Die mit den stärksten chemischen Affinitäten begabten Stoffe vermögen nicht ihn zu binden, und wenn er sich mit Sauerstoff direct vereinigt, so geschieht dies nur durch den elektrischen Funken oder durch Ozon, und die Mengen der so gebildeten Salpetersäure sind ausserordentlich gering. Ganz abgesehen davon haben directe Versuche von Boussingault gezeigt, dass der Stickstoff von den Pflanzen nicht assimilirt wird; es lehrt ferner die Erfahrung, dass viele Pflanzen das Stickstoffgas, welches die Wurzeln in der Form von Luft oder aufgelöst im Wasser aufgenommen hatten, wieder aushauchen, und dass die Vegetation in einem Boden, der keine Substanzen enthält, welche leicht in Ammoniak übergehen können, auch bei Anwesenheit von Stickgas nicht in gehöriger Weise von statten geht.

Andererseits ist das Ammoniak eine Stickstoffverbindung, die im hohen Grade leicht zerlegbar ist, und in Berührung mit anderen Körpern die mannigfachsten Metamorphosen erleidet. Aus den neueren Forschungen über die Natur organischer Verbindungen wissen wir, dass die meisten stickstoffhaltigen organischen Verbindungen als directe Abkömmlinge des Ammoniaks anzusehen sind; es gehören hieher alle organische Basen, die physiologisch wichtigsten unter den stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, die Amide, Imide, die Amin- und Amidosäuren,

und wahrscheinlich auch die Albuminate. Alle diese Verbindungen entstehen aus dem Molekül des Ammoniaks, oder aus dem zusammengesetzten Molekül des Ammoniumoxydes durch Vertretung des Wasserstoffs durch organische Radicale. Ausserdem vermag sich das Ammoniak, in reinem Zustande in Wasser leicht löslich, direct mit den verschiedensten organischen Säuren zu Salzen zu vereinigen, und bildet mit gewissen Chromogenen, wie dem Erythrin und Orcin, prachtvolle Farbstoffe, kurz, wir wissen, dass es in die verschiedenartigsten Verbindungen einzugehen und in selben seinen Charakter entweder beizubehalten oder auch wohl vollkommen einzubüssen vermag.

Für die Aufnahme des Ammoniaks durch die Pflanzen sprechen aber noch zahlreiche andere Thatsachen und Erfahrungen. Man weiss, dass die Waschwasser der Gasanstalten, die bekanntlich reich an Ammoniaksalzen sind, wenn sie als flüssiger Dünger angewendet werden, das Erträgniss der Felder erhöhen, dass Topfpflanzen, welche mit Brunnenwasser begossen, im Winter in den Treibhäusern ihre Blätter abwerfen, ihre Blätter behalten, wenn man dem Wasser kleine Mengen von Ammoniak zusetzt, dass diejenigen stickstoffhaltigen Körper, welche leicht in Kohlensäure und Ammoniak zerfallen, wie z. B. der Harnstoff im Harn, die Fruchtbarkeit des Bodens am Kräftigsten vermehren, man weiss endlich, dass die in den Pflanzen eingeschlossene Luft Ammoniak enthält. Berücksichtigt man ferner, dass der Luft beständig grosse Mengen von Ammoniak zugeführt werden, sie demungeachtet aber verhältnissmässig geringe Mengen davon enthält, so wird man nicht anstehen, die Aufnahme des Ammoniaks als hinreichend bewiesen anzusehen.

Das Ammoniak, welches die Pflanzen aufnehmen, stammt aus dem Boden und aus der Luft.

Fragt man nun, woher das Ammoniak, welches die Pflanzen aufnehmen, stammt, so lautet die Antwort: aus der Luft und aus dem Boden. Dass die Luft Ammoniak enthält, wurde bereits im I. Bande dieses Werkes angegeben, ebenso, dass nach Gewittern, also nach elektrischen Entladungen, die Luft und der herabfallende Regen salpetersaures Ammoniak enthalten. Wegen seiner ausserordentlichen Löslichkeit in Wasser muss mit jeder Condensation des Wasserdampfs zu tropfbarem Wasser sich alles Ammoniak verdichten und selbes der Erde und den Pflanzen zugeführt werden, und in der That enthält nicht nur alles Regenwasser, sondern auch der Schnee stets nachweisbare Mengen von Ammoniak, wie Liebig zuerst gezeigt hat. Die Vegetation auf nackten Felsen wachsender Pflanzen, sowie die Erfahrung, dass Pflanzen zur Entwickelung gebracht werden können in reinem Kohlenpulver, wenn sie mit Regenwasser begossen werden, ist ein Beweis dafür, dass die Pflanzen aus der Luft Ammoniak aufnehmen; dass sie aber weit grössere Mengen aus dem Boden erhalten und durch die Wurzeln einsaugen, ergiebt sich schon aus der Vertheilung der Ammoniakverbindungen auf der Erde und aus mannigfachen Erfahrungen. Directe Versuche haben ergeben, dass die Luft in den Poren des Bodens reicher ist an Ammoniak, wie die Atmosphäre, und dass der Boden eine Anziehung auf die anorganischen

Stoffe, die den Pflanzen als Nahrung dienen, und namentlich auch auf das Ammoniak äussert, welche nur mit jener der Kohle für Farb- und Riechstoffe verglichen werden kann. Wenn wir unter gegebenen Bedingungen von Düngungsversuchen mit animalischen Stoffen, Guano, dem Waschwasser von Gasanstalten einen günstigen Einfluss auf die Vegetation beobachten, so rührt dies jedenfalls zum Theil von der Zufuhr von Ammoniak her, welches in diesem Falle nur vom Boden aus aufgenommen werden kann, und auf denselben Grund muss die günstige Wirkung des Gypsens der Felder, welches eine Ueberführung des flüchtigen kohlensauren Ammoniaks in minder flüchtiges schwefelsaures Ammoniak bewirkt, zurückgeführt werden (Liebig). Anderseits aber ist es durch viele Thatsachen bewiesen, dass die günstige Wirkung der Ammoniaksalze im Dünger nicht im Verhältnisse zu ihrem Stickstoffgehalte steht, und dass daran auch die Salze als solche, oder auch wohl die Säuren einen Antheil haben. Dies bezieht sich auch auf die Düngung mit Chilisalpeter, deren guter Erfolg wohl unter gewissen Bedingungen zum Theil von der leichten Ueberführbarkeit der Salpetersäure in Ammoniak herrühren mag, aber zum anderen und unter gewissen Umständen zum grossen Theile auf eine andere Ursache zurückgeführt werden muss.

Der Stickstoff der Pflanzenbestandtheile stammt sonach vom Ammoniak, und zwar vom Ammoniak des Bodens und der Luft bei den Land- und vom Ammoniak des Wassers, welches aber seinerseits wieder aus dem Boden oder der Luft herrührt, bei den Wasserpflanzen.

Die Assimilation des Stickstoffs aus dem Ammoniak kann ferner erfolgen:

1) durch directe Aufnahme des Ammoniaks und Bindung desselben an bereits gebildete stickstofffreie Verbindungen;
2) durch Austritt von Wasserstoff des Ammoniaks und Eintritt organischer Radicale (organische Basen, Amide etc.).

Assimilation des Sauerstoffs.

Assimilation des Sauerstoffs.

Nach directen Versuchen stellt sich die Gegenwart des Sauerstoffs als nothwendige Bedingung des Lebens der Pflanzen heraus. Pflanzen, die Tag und Nacht im Dunkeln in einer sauerstofffreien Atmosphäre gehalten werden, sterben sehr bald ab. Aus dem Sauerstoffgehalte der meisten organischen Verbindungen folgt von selbst, dass den Pflanzen auch Sauerstoff zugeführt werden muss. Dieser Sauerstoff aber kann möglicherweise aus dem Wasser, aus der Kohlensäure und aus dem freien Sauerstoff der Atmosphäre stammen. Indem die Pflanzen in ihrem Leibe die Kohlensäure und das Wasser zerlegen, könnte ein Theil des aus beiden Verbindungen frei werdenden Sauerstoffs sich auf die organischen Verbindungen übertragen, aber es könnte ebenso gut der Sauerstoff auch direct der Atmosphäre entnommen werden. Bei jenen organischen Verbindungen endlich, die Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhält-

nisse wie im Wasser enthalten, und bei jenen, die ein Plus von Wasserstoff darbieten, wäre es denkbar, dass der Sauerstoff in der Form von Wasser eingeführt würde. Obgleich nun darüber ob die Assimilation des Sauerstoffs auf dem einen oder auf dem andern, oder auf beiden Wegen zugleich erfolgt, beweisende Beobachtungen nicht vorliegen, so ist es doch durch genaue Versuche ausser allem Zweifel gesetzt, dass die Pflanzen der Luft unter gewissen Bedingungen Sauerstoff entziehen. Während dieselben im Sonnenlichte Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff aushauchen, geht im Dunkeln und bei Nacht das Umgekehrte vor sich, sie nehmen nämlich Sauerstoff auf und geben Kohlensäure an die Atmosphäre ab, wie Ingenhouss, de Saussure und Grischow zeigten. Es liegt nahe zu fragen, wie die Pflanzen luftverbessernd wirken können, wenn sie bei Nacht der Luft die Kohlensäure wieder zurückgeben, die sie ihr bei Tage nehmen, und wie eine Reduction der Kohlensäure im Pflanzenleibe mit der Thatsache in Uebereinstimmung zu bringen ist, dass die Pflanzen bei Nacht Kohlensäure aushauchen, die man sich durch Oxydation von Kohlenstoff gebildet denken kann. Folgendes ist über diese Verhältnisse und ihre physiologische Bedeutung anzuführen.

Es ist richtig, dass bei Nacht von den Pflanzen Sauerstoff absorbirt und Kohlensäure ausgehaucht wird, allein die Sauerstoffabsorption steht nicht im Verhältniss zur Kohlensäureausscheidung. Das Volumen des absorbirten Sauerstoffs ist grösser wie das der abgeschiedenen Kohlensäure, denn die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, vermindert ihr Volumen; die Sauerstoffmenge, welche ferner die Pflanzen bei Tage aushauchen, ist grösser, als die, welche sie in der Nacht aufnehmen. Denn aus einem abgeschlossenen Luftvolumen, in welchem die Pflanzen Tag und Nacht verweilen, verschwindet die Kohlensäure allmählich vollständig. Es ist ferner sehr wahrscheinlich, dass die Hauptmenge der bei Nacht ausgehauchten Kohlensäure nicht von einer Oxydation der Pflanzenbestandtheile stammt. Obgleich es sicher ist, dass der Sauerstoff, der bei Nacht aufgenommen wird, zur Oxydation gewisser Stoffe in der Pflanze verwendet wird, was durch die Beobachtung bewiesen ist, dass gewisse Pflanzen, so z. B. die Blätter von *Cacalia ficoides* und *Cotyledon calycina*, am Morgen sauer wie Sauerampfer schmecken, dagegen gegen Mittag geschmacklos und am Abend sogar bitter sind, — so sind doch die meisten intermediären Oxydationen leicht oxydirbarer organischer Verbindungen gewöhnlich nicht mit Kohlensäurebildung verbunden. Die Oxydation besteht vielmehr meist in einer Bildung von Wasser und Substitution des austretenden Wasserstoffs durch Sauerstoff, und nicht selten in dem Eintritt einer weiteren Menge Sauerstoff. Es lässt sich endlich die Kohlensäureausscheidung der Pflanzen bei Nacht ganz einfach auf eine physikalische Ursache zurückführen: wenn die Pflanzen im Sonnenlichte Kohlensäure und Wasser aufnehmen, so werden diese Verbindungen reducirt, ihr Kohlen- und Wasserstoff zurückbehalten, und ihr Sauerstoff ganz oder zum Theil der Luft sammt einem Theil verdunstenden Wassers

wiedergegeben. Da aber bei Nacht eine Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers nicht stattfindet, während durch die Wurzeln beständig kohlensäurehaltiges Wasser aufgesaugt wird, so muss ein Theil dieser Kohlensäure mit dem Wasser einfach abdunsten und in die Luft übergehen. Diejenige Kohlensäure, welche von den Pflanzen nicht bloss abgedunstet wird, kann möglicherweise von im Pflanzenorganismus vor sich gehenden Spaltungsprocessen stammen.

Erscheint es demnach ausgemacht, dass der Sauerstoff, der von den Pflanzen bei Nacht aufgenommen wird, zur Oxydation dient, so ist es nicht minder sicher, dass dadurch die luftverbessernde Wirkung der Pflanzen nicht beeinträchtigt wird, und dass die gleichzeitige Kohlensäureausscheidung damit in keinem so nahen Zusammenhange steht, als man früher anzunehmen geneigt war.

Assimilation des Schwefels.

Assimilation des Schwefels.

Entscheidende Beobachtungen über die Art der Assimilation des Schwefels, der, wie bekannt, ein Bestandtheil der Albuminate und gewisser ätherischer Oele (Knoblauchöl, Asafoetidaöl, Senföl u. e. a.) ist, fehlen, und wir haben uns daher zunächst darnach umzusehen, woher der Schwefel überhaupt stammen kann. Hier eröffnen sich uns nun zwei Möglichkeiten. Entweder er stammt aus Schwefelverbindungen, die in der Luft, oder aus solchen, die im Boden enthalten sind. In der Luft aber ist bisher eine einzige Schwefelverbindung, und auch die keineswegs constant aufgefunden: Schwefelwasserstoff. Der Schwefelwasserstoff lässt sich aber nur in der Nähe der Orte, an denen er sich entwickelt (Abtritte, Düngerhaufen, Schwefelquellen), und auch da nur so lange nachweisen, als die Entwickelung dauert, denn in Berührung mit Sauerstoff wird er bekanntlich alsbald zersetzt. Berücksichtigt man überdies, dass die in den Poren des Bodens enthaltene Luft nach angestellten Versuchen keine Spur von Schwefelwasserstoff enthält, und eine schwefelwasserstoffhaltige Luft der Erfahrung gemäss die Pflanzen absterben macht, so wird man die Quelle des Schwefels der Pflanzenbestandtheile in der Atmosphäre zu suchen nicht sehr geneigt sein können. Sucht man sie aber dort nicht, so bleibt nur mehr eine Möglichkeit, denn dann bleibt nur mehr die Annahme, dass der Schwefel von den Schwefelverbindungen des Bodens stamme. Im Boden aber findet sich der Schwefel in keiner anderen Form, wie in jener schwefelsaurer Salze, und demnach müsste den Pflanzen die Fähigkeit zukommen, die Schwefelsäure zu zerlegen, so wie sie die Kohlensäure und das Wasser zerlegen. Wenn man bedenkt, dass die Elemente der Schwefelsäure nicht fester gebunden sind, wie die des Wassers, und jedenfalls viel weniger fest, wie die der Kohlensäure, so wird eine solche Annahme nicht befremdlich erscheinen.

Assimilation der feuerbeständigen anorganischen Bestandtheile der Pflanzen.

Assimilation der feuerbeständigen Bestandtheile der Pflanzen.

Die Unentbehrlichkeit der Aschenbestandtheile der Pflanzen für ihren Lebensprocess in überzeugender Weise dargethan und damit der Landwirthschaft eine wissenschaftliche Basis gegeben zu haben, ist das unsterbliche Verdienst Liebig's.

Unentbehrlichkeit derselben für die Entwickelung der Pflanzen, und Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf letztere.

Zahlreiche mit der grössten Sorgfalt ausgeführte Aschenanalysen der verschiedensten Pflanzen haben ergeben, dass gewisse anorganische Stoffe in keiner Pflanze fehlen, dass aber ihre Vertheilung und ihr relatives Mengenverhältniss nicht nur allein bei verschiedenen Pflanzen, sondern sogar bei den verschiedenen Organen einer und derselben Pflanze ein verschiedenes, und dass dies Verhältniss kein zufälliges ist, sondern zur Entwickelung der Pflanzen und ihrer Organe in einer ganz bestimmten Beziehung steht. Das Gesammtresultat aller nach dieser Richtung angestellten Forschungen ist, dass gewisse anorganische feuerbeständige Stoffe für die Entwickelung der Pflanzen ebenso unentbehrlich sind, wie Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel, und dass, wenn einer Pflanze auch alle soeben genannten Nahrungsstoffe in einer assimilirbaren Form dargeboten werden, ihr Gedeihen immer noch davon abhängig ist, ob der Boden, in dem sie wurzelt, ihr jene anorganischen Bestandtheile in dem gehörigen Verhältniss zu bieten vermag.

Die Abhängigkeit der Entwickelung der Pflanzen vom Boden und seiner Beschaffenheit gibt sich durch eine Menge der unzweideutigsten Thatsachen zu erkennen. Die Theestaude von China nach Java oder nach Südamerika verpflanzt, ändert sich in ihrer Entwickelung derart, dass der javanische oder amerikanische Thee dem chinesischen in seiner Qualität entfernt nicht gleichgestellt werden kann. Die sogenannte Teltower Rübe gedeiht nur im Sandboden der Mark, versetzt man sie in einen üppigeren Boden, so artet sie zu unförmlichen Knollen aus. Dasselbe gilt von dem Taback und der Rebe, auch hier gibt sich der Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf das Deutlichste zu erkennen. Der feinste Havannataback degenerirt auf Java alsbald, die edelste Rebe liefert unter sonst gleichen Bedingungen nur dann einen edlen Wein, wenn der Boden der für sie passende ist. Liebig hat gefunden, dass es genügte, einen Baum, der bittere Mandeln trug, zu versetzen, um daraus süsse Mandeln zu erhalten. Kartoffeln, die im Keller keimen, wo ihnen also die Erde, als das Magazin anorganischer Basen, fehlt, enthalten einen giftigen Stoff, das Solanin, von dem wir nicht die kleinste Spur in den Kartoffeln entdecken, die auf dem Felde gewachsen sind.

Beziehungen einzelner Bodenbestandtheile zur Ernährung der Pflanze.

Erscheint demnach die Abhängigkeit der Pflanzen und ihrer Entwickelung von der Bodenbeschaffenheit festgestellt, so entsteht nun die weitere Frage: Kennt man die Beziehungen, welche zwischen der Aufnahme bestimmter einzelner Bodenbestandtheile und der Entwickelung der Pflanzen stattfinden? — Auch diese Frage muss bejahend beantwortet

werden. Man weiss nicht nur, dass gewisse Pflanzengattungen dem Boden gewisse Bestandtheile in grösserer Menge entziehen, und diese Bestandtheile daher vorzugsweise zu ihrer Entwickelung bedürfen, sondern man kennt auch vielfach die Wirkungen, welche das Fehlen derselben im Boden auf die Entwickelung der Pflanzen und auf die landwirthschaftlichen Erträge ausübt, und es ist in einzelnen Fällen sogar erwiesen, dass zwischen der Menge gewisser Aschenbestandtheile einerseits und bestimmter organischer Stoffe in den Pflanzen ein constantes Verhältniss besteht. Da eine ausführlichere Darlegung dieser Beziehungen uns geradezu auf das Gebiet der Agriculturchemie und Landwirthschaft führen würde, so begnügen wir uns, dieselben an einzelnen Beispielen nachzuweisen.

Man hat gefunden, dass die Haferpflanze bei Mangel an Eisen im Boden ihre grüne Farbe einbüsst, dass sie bleichsüchtig wird, und die Fähigkeit verliert, Blüthe und Frucht zu erzeugen. Man hat ferner gefunden, dass der Gehalt der Chinasorten an Chinin und anderen organischen Basen abhängig ist von der Menge anorganischer Basen, welche die Pflanze aus dem Boden aufnimmt; einem Maximum der ersteren entspricht ein Minimum der letzteren. Man weiss, dass die Entwickelung der Rebe vorzugsweise Kali, die der Halophyten vorzugsweise Natron, die der Gramineen besonders Kieselerde, die der Cerealien ausserdem ein gewisses Verhältniss von Phosphaten verlangt; man hat ferner ermittelt, dass das Verhältniss der anorganischen Stoffe in den verschiedenen Pflanzenorganen ein verschiedenes ist. So geht das Kali, welches der Weinstock aus dem Boden aufnimmt, nur zu einem kleineren Theile in die Trauben, grossentheils dagegen in Holz und Blätter der Rebe über. Der Kalk wiegt in der Rinde der Rosskastanie vor, und nimmt einerseits nach dem Holz, den Blattstengeln und Blättern, anderseits nach den Blüthen- und Fruchtorganen ab; umgekehrt verhält sich das Kali. Umfassende Untersuchungen über die Entwickelung der Gerstenpflanze ergaben das Resultat, dass zwischen der Menge stickstoffhaltiger organischer Bestandtheile in den Samen dieser Pflanze, und zwischen ihrem Gehalte an Phosphorsäure in den phosphorsauren Salzen ein ganz bestimmtes Verhältniss besteht, so dass man, wenn man den Stickstoffgehalt derselben kennt, den Gehalt an Phosphorsäure berechnen kann. Zöller, der diese Untersuchungen anstellte, fand ferner, dass mit der Vermehrung der Zellstoffmenge der Kieselsäuregehalt der Gerstenkörner steigt, und dass auch zwischen der Menge der Alkalien und jener des Stärkmehls in den Samen ein gewisses Verhältniss besteht.

Art der Aufnahme der anorganischen Bodenbestandtheile.

Ueber die Art der Aufnahme der anorganischen Stoffe aus dem Boden hat man bis auf die jüngste Zeit eine irrige Ansicht gehabt. Man hat nämlich, wie dies auch ganz natürlich schien, geglaubt, dass die anorganischen Stoffe aus dem Boden den Wurzeln der Pflanzen ganz einfach in einer Lösung zugeführt, und von ersteren aufgesogen würden. Diese Ansicht, der übrigens schon immer die Thatsache im Wege stand,

dass die Pflanzen einzelne Stoffe aus dem Boden in grösserer Menge aufnehmen, wie andere, und dies auch dann, wenn der Boden gerade an diesen Stoffen arm, während er an anderen reich ist, hat sich durch neuere Untersuchungen als irrig erwiesen. Diese von Thomson, Huxtable, Way und Liebig angestellt, haben die merkwürdige Thatsache kennen gelehrt, dass die Ackererde das Vermögen besitzt, diejenigen anorganischen Stoffe, welche unentbehrliche Nahrungsmittel der Pflanzen sind, aufzusammeln und mit grosser Kraft zurückzuhalten. Regenwasser nimmt beim Durchfiltriren durch Ackererde keine Spur von Kali, von Ammoniak, von Phosphorsäure und von Kieselerde auf, und lässt man Regen- oder anderes Wasser, welches Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure aufgelöst hält, durch Ackererde filtriren, so verschwinden diese Stoffe beinahe augenblicklich aus der Lösung. Die Ackererde vermag also Lösungen diese Stoffe zu entziehen, und sie, ähnlich wie Kohle Farb- und Riechstoffe, mit einer gewissen Kraft zurückzuhalten. Dass übrigens eine gewisse Auswahl dabei stattfindet, ergiebt sich daraus, dass wenn man mit kohlensaurem Wasser bereitete Lösungen von phosphorsaurem Kalk, oder von phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak mit Ackererde zusammenbringt, die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalks und die Phosphorsäure und das Ammoniak der phosphorsauren Ammoniak-Bittererde in der Ackererde vollständig zurückbleiben, während Kalk und Bittererde zum Theil in das Filtrat übergehen. Ebenso entzieht einer verdünnten Chlorkaliumlösung Ackererde das Kalium vollständig, während dieselbe Menge Erde einer Kochsalzlösung noch nicht die Hälfte Natrium entzieht. Dieses Verhalten gewinnt sogleich Bedeutung, wenn man sich daran erinnert, dass die Asche der Landpflanzen vorzugsweise Kali enthält. Ebenso wird von schwefelsaurem und salpetersaurem Natron nur ein Theil des Natrons in der Erde zurückgehalten, während von schwefelsaurem und salpetersaurem Kali alles Kali in der Erde zurückbleibt.

Ebenso nimmt die Ackererde aus gefaultem Harn, Mistjauche mit Wasser verdünnt, aus einer Auflösung von Guano in Wasser alles darin enthaltene Ammoniak, alles Kali und alle Phosphorsäure auf, so dass es als eine ganz allgemeine Eigenschaft der Ackerkrume anzusehen ist, diese Stoffe, die für sich bei ihrer grossen Löslichkeit in reinem und kohlensaurem Wasser in einer gewissen Zeit aus dem Boden ausgelaugt werden müssten, diesem zu erhalten. Es bedarf übrigens wohl kaum der Erwähnung, dass diese Eigenschaft eine begrenzte, und dass auch die Capacität der verschiedenen Bodenarten in diesem Sinne eine verschiedene ist. Für jede Bodenart giebt es einen gewissen Sättigungspunkt, und ein Ueberschuss der oben mehrfach genannten Stoffe bleibt dann in Lösung. Sandboden absorbirt bei gleichem Volumen weniger wie Mergelboden, dieser weniger wie Thonboden. Ein an organischen Ueberresten: an Humus reicher Boden entzieht einer Lösung von kieselsaurem Kali alles Kali,

allein die Kieselsäure bleibt gelöst; humusarme Thon- oder Kalkboden dagegen nehmen aus der Lösung alles Kali und alle Kieselsäure auf.

Diesen Thatsachen gegenüber muss die Ansicht, dass die Pflanzen ihre anorganische Nahrung einfach in einer Lösung erhalten, aufgegeben werden, und man muss annehmen, dass eine Wechselwirkung zwischen den Wurzeln und ihren Säften einerseits und der Ackerkrume anderseits besteht, in Folge deren die anorganischen Nahrungsstoffe direct aus letzterer aufgenommen werden. Welcher Art diese Wechselwirkung ist, darüber herrscht noch völliges Dunkel, doch ist so viel gewiss, dass dabei je nach der Natur der Pflanze eine Auswahl stattfindet, und dies gilt nicht allein für die Landpflanzen, sondern auch für die Wasserpflanzen, welche ihre Nahrungsstoffe anorganischer Natur nur aus einer Lösung erhalten können. Auch hier zeigt die Analyse der Asche derartiger Pflanzen verglichen mit jener des Wassers, in welchem sie leben, dass das Verhältniss der Bestandtheile ein total geändertes ist. So wurden in der Asche von Wasserlinsen eines künstlichen Sumpfes des botanischen Gartens zu München 21 Proc. Kalk und Bittererde gefunden, während das Wasser des Sumpfes einen Rückstand gab, der 45 Proc. Kalk und Bittererde enthielt; der Salzrückstand des Wassers enthielt 0,72 Proc. Eisenoxyd, die Pflanze dagegen 10 mal mehr. — Die Asche von Trapa natans aus einem Teiche in der Nähe Nürnbergs gab 28 Proc. Kieselerde, während im Salzrückstand des Teichwassers kaum 2 Proc. davon sich vorfanden, die Menge des Mangans in der Asche von Trapa natans betrug 7 bis 13 Proc., während im Wasser nur 0,1 Proc. davon enthalten war, das Wasser war reich an Kalk, Bittererde und Schwefelsäure, während die Pflanze an diesen Bestandtheilen viel ärmer, und vorzugsweise reich an Kieselerde, Eisen und Mangan war. Die Pflanzen nehmen daher die anorganischen Stoffe in den Verhältnissen auf, die für ihren Lebensprocess die geeigneten sind, keineswegs aber in solchen, in denen sie ihnen in Lösungen dargeboten werden. Die Ermittelung der Gesetze, nach welchen die Aufnahme der anorganischen Nahrungsmittel durch die Pflanzen erfolgt, ist daher eine Aufgabe der Zukunft.

Assimilation des Wassers.

Assimilation des Wassers.

Bereits weiter oben wurde auseinandergesetzt, dass alle Pflanzen und Pflanzenorgane Wasser enthalten, welches für ihr Leben und ihr Gedeihen unentbehrlich ist, und der Menge nach oft mehr beträgt, wie ihre organischen und feuerbeständigen Bestandtheile zusammengenommen. Ueber die Art der Aufnahme dieses Wassers werden bei der Selbstverständlichkeit der Sache wenige Worte genügen.

Die Hauptorgane für die Aufnahme des Wassers sind jedenfalls die Wurzeln. Während darüber keine Meinungsverschiedenheit unter den Pflanzenphysiologen besteht, ist die Möglichkeit der Wasseraufnahme durch die Blätter von einigen Seiten bestritten. Der Aufnahme des Was-

sers durch die Pflanzen geht eine Abdunstung desselben parallel, welche fortwährend von Statten geht, und so beträchtlich ist, dass nach den Versuchen von Hales ein Kohlkopf in 12 Stunden nicht weniger wie 1 Pfund 6 Loth Wasser durch Verdunstung verliert. Ein Morgen Landes mit Hopfen bepflanzt verdunstet in 120 Tagen 4,250,000 Pfund Wasser.

Da ein Theil von dem Wasser, welches die Pflanzen aufnehmen, in ihrem Organismus reducirt wird, so müssen die abdunstenden Mengen desselben jedenfalls geringer sein, wie die aufgenommenen. Versuche haben dies bestätigt und damit einen indirecten Beweis für die Zerlegung des Wassers in den Pflanzen geliefert. Nach Senebier's Versuchen verhält sich das aufgenommene Wasser zu dem abdunstenden wie 15 : 13. Auch tropfbarflüssiges Wasser scheiden manche Pflanzen unter besonderen Verhältnissen aus, so *Nepenthes destillatoria*, *Sarracenia purpurea* u. a. m.

Humustheorie.

Ueber die sogenannten organischen Nahrungsstoffe der Pflanzen. — Obgleich dieser Gegenstand mehr in das Gebiet der eigentlichen Agriculturchemie fällt, erscheint es doch auch hier am Platze, desselben zu gedenken. Die über selben unter den Pflanzenphysiologen geführten Discussionen mit den daraus gezogenen Schlüssen pflegt man unter der Bezeichnung: Humustheorien zusammenzufassen.

In den meisten Bodenarten findet sich in Folge der Zersetzung, welche Theile todter Pflanzen oder Thiere und deren Auswurfsstoffe, zum Theil als Dünger zugeführt, erlitten haben, eine gewisse Menge schwarzbrauner organischer Substanzen, die an und für sich in Wasser beinahe unlöslich, mit Alkalien in Wasser lösliche Verbindungen geben, die durch Säuren in braunen Flocken gefällt werden (vergl. Bd. II. S. 693). Erde, die viel von diesen Humussubstanzen enthält, nennt man Dammerde, das Gemenge der verschiedensten darin enthaltenen organischen Verwesungsproducte aber nennt man Humus.

Aus der Thatsache nun, dass dieser Humus unter gewissen Bedingungen für die Vegetation von unzweifelhaftem Nutzen ist, hat man den Schluss gezogen, dass die Pflanzen aus selbem die Bd. II. S. 694 näher beschriebenen Huminsäuren an Ammoniak gebunden aufnehmen und sie direct als Nahrungsstoffe verwenden, d. h. sie zu den Bestandtheilen ihres Leibes umbilden können, und dieser von den Landwirthen und einigen Pflanzenphysiologen und Chemikern früher allgemein adoptirten Ansicht zufolge würde die Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit eines Bodens von dem Gehalte desselben an Humus geradezu abhängig sein, sie könnte gemessen werden durch seinen Humusgehalt. — Dieser Ansicht gegenüber bestreitet ein grösserer Theil der Pflanzenphysiologen und Chemiker, Liebig an der Spitze, dass die Pflanzen Humussubstanzen direct aus dem Boden aufnehmen und zu Bestandtheilen ihres Leibes verarbeiten können, obgleich sie den Nutzen des Humus für die Vegetation nicht nur allein nicht in Abrede stellen, sondern sogar näher zu begründen suchen. Nach der Ansicht dieser Chemiker und Physiologen nützt der Humus theils durch seine chemischen, theils auch durch sehr wichtige physikalische Eigenschaften. Durch seine chemischen Eigenschaften namentlich insofern, als er in einer stets fortschreitenden Verwesung begriffen ist, und dadurch eine andauernde Quelle von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak darstellt, und dadurch, dass er nicht allein ein beträchtliches Absorptionsvermögen für Ammoniak besitzt, sondern letzteres und andere Basen und Säuren aus Salzlösungen zurückzuhalten vermag, sonach diese Nahrungsstoffe für die Pflanzen gewissermaassen aufspeichert; — durch ihre physikalischen Eigenschaften

wirkt die humusreiche Ackererde auf die Vegetation vermöge ihres beträchtlichen Vermögens, der Luft Wasser zu entziehen, und es mit einer nur der der Schwefelsäure vergleichbaren Kraft zurückzuhalten, wodurch der Boden vor dem Austrocknen geschützt wird, und endlich vermöge ihrer Eigenschaft eine Wärmequelle des Bodens zu sein, einerseits durch die bei der Wasserabsorption stattfindende Wärmeentwickelung, und anderseits durch die in ihr fortwährend vor sich gehende Verwesung: bekanntlich eine langsame Oxydation. Vor Allem ist hervorzuheben, dass die ältere Ansicht, wonach der Humus als solcher von den Pflanzen aufgenommen und zur Ernährung verwendet würde, gegenwärtig, mit Ausnahme Mulder's, von keinem hervorragenderen Chemiker mit besonderem Nachdrucke vertheidigt wird, während sie unter den praktischen Landwirthen auch heute noch zahlreiche Anhänger zählt.

Sieht man sich nach den Gründen um, die für die beiden Theorien sprechen, so wird es alsbald für jeden Unbefangenen klar, dass der Vortheil entschieden auf Seite derjenigen ist, die eine directe Ernährungsfähigkeit des Humus in Abrede stellt. Ganz abgesehen davon, dass von dieser Theorie eine vollkommen zureichende Erklärung des unläugbaren Nutzens des Humus gegeben wird, hat Liebig dargethan, dass die Humussäuren in Wasser für sich unlöslich, als solche von den Pflanzen nicht aufgenommen werden können, und dass wenn man annehmen wollte, dass der Kalk und das Kali, welche man in den Pflanzenaschen findet, die Assimilation der Humussäuren bewirken, man dadurch doch keinen Beweis für den Ernährungswerth hergestellt hätte, indem auch dann diese Humussäuren nur einen kleinen Theil dessen ausmachen würden, was von der Pflanze während ihres Wachsthumes assimilirt wird. Man dürfe nur das Gewicht des Humus, welches in einer bestimmten Fläche Culturland enthalten ist, mit dem Gewichte der darauf gebauten organischen Substanzen vergleichen, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass die organische Masse im günstigsten Falle nur in verschwindend kleiner Menge aus Humus entstanden sein kann. Liebig machte ferner darauf aufmerksam, dass die primitiv entstandenen Pflanzen keinen Humus vorgefunden und sich doch entwickelt hätten; dass die Humuslösungen auch bei sehr grosser Verdünnung stark braun gefärbt seien, während die Wurzelnsäfte der Pflanzen keine derartige Färbung zeigten; dass der Humus seine Löslichkeit durch Trocknen und durch Gefrieren vollkommen einbüsse; dass endlich ein gedüngter und ungedüngter Boden jährlich ungefähr gleich viel Kohlenstoff durch seine Vegetation erzeugen könne, ja der ungedüngte Wiesen- und Waldboden werde trotz des Wegführens von Holz und Heu jährlich noch humusreicher. Es sind endlich directe Versuche angestellt, aus denen es sich mit aller Bestimmtheit ergiebt, dass Pflanzen auch bei vollständiger Abwesenheit von Humus zu voller Entwickelung gelangen können. So fand Polstorff, dass die Gerste in einem rein unorganischen Boden, welcher die nothwendigen Bestandtheile ihrer Asche enthält, sich vollkommen ausbilden könne, und dass humussaures Ammoniak keinen bedeutenden Einfluss auf den Vegetationsprocess der Gerste ausübe; ebenso sind von Hartig u. A. Versuche angestellt, aus denen sich ergiebt, dass aus Auflösungen humussaurer Alkalien die Wurzeln der Pflanzen Wasser aufnehmen mit Zurücklassung der Humuslösung. Noch wichtiger sind die Beobachtungen von Magnus, welcher fand, dass sich Gerstenkörner gleich gut in einer für den Gerstenbau vorbereiteten Ackererde entwickelten, wenn diese unverändert, oder geglüht, oder in Sauerstoff verbrannt angewendet wurde, und dass der Dünger seine befruchtende Wirkung auch aus der Entfernung, sonach nur durch seine flüchtigen Bestandtheile ausübe. Gerste, in einem Gefäss in mit Sauerstoff ausgeglühte Ackererde gesäet, und neben ein Gefäss mit gedüngter Gartenerde gestellt, entwickelte sich unter einer Glasglocke, also bei Abschluss der Luft, vollkommen, während Gerste, die unter einer Glocke in demselben Boden wuchs, aber ohne gedüngte Gartenerde daneben, verkümmerte. Durch diesen Versuch ist ein

wissenschaftlicher Beweis für die Ansicht Liebig's geliefert, dass die organischen Bestandtheile des Bodens dadurch ernährend wirken, dass sie sich in flüchtige Verbindungen zersetzen, welche von den Pflanzen aufgenommen werden.

Diesen Angriffen gegenüber besteht die Behauptung des directen Ernährungsvermögens des Humus in wenig oder nichts beweisenden Einreden, um die Schlussfolgerungen der Gegner zu entkräften, wie z. B. dass es ja immerhin möglich sei, dass dieselben anorganischen Basen, die als humussaure Salze in die Pflanze gelangten, in diesen die Humussäuren abgäben, und dann unter irgend welcher Form mit dem absteigenden Safte zum Boden zurückkehrten, — dass darin, dass man in den Wurzeln der Pflanzen die Humuslösungen nicht mehr auffinden könne, gerade ein Beweis dafür liege, dass sie wahre Nahrungsmittel für die Pflanzen seien, denn wären sie es nicht, so würde man sie eben in unveränderter Form nachweisen können (demgemäss wären, wenn man die Consequenzen dieses Schlusses zieht, Wasser, Kohlensäure und Ammoniak keine Nahrungsmittel der Pflanzen, weil man sie in den Säften derselben nachweisen kann) und dergleichen Meinungen mehr. Es ist klar, dass die Vertheidiger des directen Ernährungvermögens des Humus mit der Annahme desselben etwas Positives behaupten. Wer aber etwas Positives behauptet, an dem ist es, es auch zu beweisen. Diesen Beweis in vollgültiger Weise zu führen, ist aber nicht gelungen. Diejenigen Versuche, die von Th. de Saussure zur Lösung der Frage angestellt wurden, entsprechen noch am Meisten den Anforderungen wissenschaftlicher Kritik, und Th. de Saussure zieht daraus den Schluss, dass in der That sehr geringe Mengen von Humussäuren von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen werden, allein diese Mengen sind so gering, dass sie innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler bei derartigen Versuchen fallen, und dadurch ihre Beweiskraft vollständig einbüssen. Wenn demungeachtet in für Laien berechneten Büchern diesen glauben zu machen versucht wird, dass man das „dammsaure Ammoniak", welches von den Pflanzen aufgenommen wird, „gewogen" habe, und dabei auf eigene und auf die Versuche von Soubeiran und Malaguti und auf die Autorität Johnston's sich beruft, so mag man einem Laien-Publicum gegenüber zum Ziele gelangen; allein jeder Naturforscher, der die Regeln wissenschaftlicher Beobachtung kennt, wird nach der Durchlesung der Soubeiran'schen und Malaguti'schen Versuche keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, dass die genannten Chemiker nicht „dammsaures Ammoniak", sondern etwas ihnen Unbekanntes gewogen haben, und dass sie bei der Anstellung ihrer Versuche den Anforderungen an einen wissenschaftlichen Versuch so wenig entsprochen haben, dass kein Unbefangener ihnen schlagende Beweiskraft einräumen wird. Die Berufung auf Johnston mit der Berufung auf Liebig zu erwiedern, wird sich ein wahrer Naturforscher wohl hüten, denn ein solcher weiss, dass in der Naturwissenschaft nicht Namen, sondern nur Thatsachen gelten. Alle von den Anhängern der älteren Humustheorie angestellten Versuche beweisen am Ende nur, dass sehr kleine Mengen organischer Substanz von den Wurzeln der Pflanzen, wenn man sie damit in Berührung bringt, aufgenommen werden, allein die Pflanzen nehmen, wie Saussure schon gezeigt hat, von allen anderen Substanzen, Nahrungsstoffen wie tödtlichen Giften, viel mehr unter übrigens gleichen Umständen auf, als gerade von Humuslösungen. Der gewichtigste der neueren Humustheorie gemachte Einwand ist noch der Hinweis Mulder's auf die Parasiten oder ächten Schmarotzerpflanzen, die von den Mutterpflanzen, auf denen sie wachsen, ausser dem rohen Nahrungssaft, auch bereits organisch entwickelten aufnehmen müssen. Allein dieses Letztere auch zugegeben, so beweist die Art der Ernährung der Parasiten eben nur, dass in der Mutterpflanze gebildete organische Substanzen in den Parasiten übergehen können, sie beweist aber nichts für die directe Ernährungsfähigkeit des Humus. Man hat übrigens mit Recht

hervorgehoben, dass keine Thatsachen vorliegen, aus denen sich mit solcher Sicherheit, wie es geschehen ist, Schlüsse auf das Verhältniss der Abhängigkeit eines Parasiten von seiner Nährpflanze ziehen lassen.

Ueber den Modus, nach welchem in den Pflanzen die Bildung organischer Verbindungen erfolgt.

Die primitive Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen erfolgt durch Synthese.

Vergleicht man die Nahrungsstoffe der Pflanzen mit den organischen Verbindungen, welche Bestandtheile der letzteren sind, so sieht man sogleich ein, dass die Bildung dieser organischen Verbindungen direct aus den Nahrungsstoffen nur auf einem Wege, auf dem der Synthese, erfolgen kann, denn die Zusammensetzung derselben: der organischen Säuren, der organischen Basen, der Kohlehydrate, Glucoside, Gerbsäuren, Fette, ätherischen Oele, Harze, Albuminate u.s.w. ist eine derartige, dass wenn man sie sich aus den Nahrungsstoffen: Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, direct erzeugt denkt, dieses nur unter der Voraussetzung möglich ist, dass sich die Moleküle dieser Nahrungsstoffe zu einander unter mannigfachen Abscheidungen und Substitutionen addiren. Allein es wäre vollkommen irrig, die Bildung aller organischen Verbindungen, die in den Pflanzen vorkommen, aus den oben genannten Nahrungsstoffen direct erfolgend anzunehmen, denn wenn man das allgemeine Verhalten der organischen Verbindungen, die Leichtigkeit, mit der sie in einander übergeführt werden, berücksichtigt, so ist es klar, dass primitiv eine gewisse Anzahl der organischen Pflanzenbestandtheile allerdings aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak erzeugt werden muss, dass aber, so wie einmal diese organischen primitiven Stoffe gebildet sind, die weitere Bildung aus den Bestandtheilen der Nahrung und diesen bereits fertigen organischen Stoffen, oder auch wohl durch Umsetzungen der letzteren selbst erfolgen kann. Aber auch bei dieser Art von Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen wird insofern, als es sich dabei um die Bildung von zusammengesetzteren Stoffen aus einfacheren handeln sollte, der Vorgang im Wesentlichen ein synthetischer sein; wenngleich nicht in Abrede gestellt werden kann, dass gewisse organische Verbindungen, die wir in den Pflanzen antreffen, aus zusammengesetzteren durch Abspaltung oder andere analytische Vorgänge erzeugt werden können. Die primitive Bildung der organischen Pflanzenbestandtheile aus den Nahrungsstoffen durch Synthese ist die einzig mögliche Bildungsweise, und daher schon durch die Existenz dieser organischen Stoffe bewiesen, sie wäre auch dann bewiesen, wenn es uns bisher nicht gelungen wäre, ausserhalb des Organismus in unseren Laboratorien organische Verbindungen aus anorganischen auf synthetischem Wege künstlich darzustellen.

Darstellung organischer Verbindungen durch Synthese auf künstlichem Wege.

Aber auch dies ist in neuerer Zeit mehrfach gelungen, und dadurch ein experimenteller Beweis für die synthetische Bildung organischer Verbindungen geliefert, der dem ähnlichen Vorgange bei der Bildung derselben in den Pflanzen alles Geheimnissvolle und vitalistisch Eigenthümliche abstreift.

So hat man auf synthetischem Wege Methylalkohol, und zwar durch Erhitzen von Chlormethyl mit Kalilauge dargestellt:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ Cl \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} K \\ H \end{matrix}\right\} O_2 = \left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ H \end{matrix}\right\} O_2 + \left.\begin{matrix} K \\ Cl \end{matrix}\right\}$$

Aethylalkohol erhält man durch Synthese aus dem ölbildenden Gase mittelst concentrirter Schwefelsäure:

$$C_4H_4 + 2HO = C_4H_6O_2,$$

Ameisensäure durch Behandlung von Kohlenoxydgas mit Kalihydrat:

$$C_2O_2 + KO, HO = C_2HO_3, KO,$$

Essigsäure durch Einwirkung von Kohlensäure auf Methylnatrium:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 \\ Na \end{matrix}\right\} + C_2O_4 = \left.\begin{matrix} C_2H_3(C_2O_2) \\ Na \end{matrix}\right\} O_2,$$

Propionsäure in analoger Weise aus Aethylnatrium und Kohlensäure.

Salicylsäure erhält man durch Synthese, indem man Kohlensäure in Phenylalkohol leitet, während Natrium sich darin auflöst, wobei sich salicylsaures Natron bildet. Endlich hat man in neuerer Zeit eine Reihe von Kohlenwasserstoffen synthetisch aus einfacher zusammengesetzten Verbindungen erzeugt.

Diese Beispiele genügen, um die künstliche Darstellung organischer Verbindungen durch Synthese zu erläutern. Auf welche Weise dieselbe aber innerhalb der Pflanze unter Mitwirkung des Sonnenlichtes u. s. w. erfolgt, darüber fehlen uns zur Zeit noch sichere und factische Nachweise, obgleich mancherlei Anhaltspunkte gegeben sind, die uns zu Möglichkeitsschlüssen berechtigen.

Die dabei möglichen Vorgänge erläutern nachstehende Betrachtungen:

C_2O_4 (Kohlensäure) + H_2O_2 (Wasser) könnten geben:

$$C_2H_2 \text{ und } 6O,$$

$$\text{oder } C_2HO_2 + HO + O_3,$$

$$\text{oder } C_2HO_3 . HO + O_2.$$

C_4O_8 und H_4O_4 könnten geben:

$$C_4H_2O_8 + 2HO + 2O.$$

C_4O_8 und H_3O_3 könnten geben:

$$C_4H_3O_2 + 9O.$$

$C_4H_3O_2 + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O_2$ könnten sodann geben:

$$\left.\begin{matrix} C_4H_3O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2 + H,$$

der mit Sauerstoff wieder Wasser bilden würde u. s. w.

Wie aus dem Ammoniak durch Substitution des Wasserstoffs durch organische Radicale sich Basen bilden können, wurde im zweiten Theile so ausführlich erörtert, dass wir hier von einer Wiederholung wohl absehen können. Darum genug dieser Möglichkeiten. Sehen wir uns nach Thatsächlichem um, so finden wir, dass solches so gut wie nicht vorliegt, und wir bei der Beurtheilung des Vorganges der Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen auf allgemeine Erwägungen und Wahrscheinlichkeitsschlüsse angewiesen sind, und dass aus diesem Grunde auf diesem Hypothesen so zugänglichen Gebiete grosse Meinungsverschiedenheit herrscht.

Allgemeine Erörterungen über die bei der Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen stattfindenden Vorgänge.

Die Elementarorgane der Pflanzen sind die Zellen, die während der ganzen Lebensdauer fortwährend gebildet werden. Die chemischen Bestandtheile, welche allen Pflanzenzellen ohne Ausnahme gemeinsam erscheinen, sind Cellulose und Albuminate. Während nun aber diese beiden Stoffe in allen Pflanzen dieselben sind, finden wir neben diesen die verschiedensten organischen Verbindungen, zum Theil nur gewissen Pflanzenfamilien, zum Theil sogar einzelnen Species eigenthümlich, zum Theil bestimmten Entwickelungsphasen der Pflanze entsprechend. Dieselben können einerseits als Producte der progressiven, andererseits als Producte der regressiven Stoffmetamorphose angesehen werden, d. h. man kann sich denken, sie seien Uebergangsglieder von den einfacheren zu den zusammengesetzteren Verbindungen, oder sie seien Nebenproducte bei der Bildung der letzteren, Spaltungs-, Oxydationsproducte u. s. w., die als Auswurfsstoffe zu betrachten sind, nicht weiter geeignet, am Stoffwechsel der Pflanze Antheil zu nehmen.

Im Allgemeinen muss festgehalten werden, dass kein Grund zu der Annahme vorliegt, sich die Bildung der Bestandtheile der Pflanzen in allen Fällen auf gleiche Weise erfolgend zu denken, denn die aufgenommenen Nahrungsmittel finden in den verschiedenen Pflanzen verschiedene bereits fertig gebildete Stoffe vor, mit denen sie in Wechselwirkung treten.

Es ist daher kaum mehr wie Conjectur, wenn wir über die Art der Bildung der Pflanzenstoffe Ansichten aussprechen, denn wenn auch eine Ansicht für einen Fall richtig wäre, so folgt daraus noch keineswegs, dass sie es für alle Fälle ist.

Wir müssen daher vorläufig darauf verzichten, die Pflanze vor unserem geistigen Auge sich chemisch aufbauen zu sehen, und nur in Bezug auf einzelne bei derartigen Betrachtungen sich aufdrängende Fragen, namentlich über die Praeexistenz einzelner organischer Verbindungen, findet sich Material zur Beantwortung oder wenigstens zur Discussion derselben.

Eine derartige Discussion ist wiederholt über die Frage geführt, ob Kohlensäure und Wasser in der Pflanze direct zu den neutralen allgemeinen Pflanzenbestandtheilen, wie Cellulose, Gummi, Zucker u. a. m., umgewandelt werden, oder ob der Bildung derselben die Bildung der allgemein verbreiteten organischen Säuren vorhergehe, und diese erst

eine Reihe von Veränderungen erleiden, in einer allmählichen Ausscheidung und Vertretung ihres Sauerstoffs durch Wasserstoff bestehend, wodurch sie gewissermaassen als die Uebergangsglieder von der Kohlensäure in die Kohlehydrate erscheinen würden. Die letztere von Liebig vertretene Ansicht hat in neuester Zeit durch seine wichtige Entdeckung: die Ueberführung des Zuckers in Weinsäure durch Oxydation, eine neue Stütze erhalten. Denn berücksichtigt man, dass der vorwaltende Charakter des Chemismus im Pflanzenleibe der der Reduction ist, so wird man aus der Thatsache, dass durch Oxydation der Zucker in Weinsäure: eine allgemein verbreitete Pflanzensäure, übergehen kann, wohl den Schluss ziehen dürfen, dass umgekehrt unter dem Einflusse reducirender Mittel die Weinsäure sich in Zucker verwandeln könne, eine Ansicht, welche auch in den Vorgängen bei dem Reifen der Trauben einigen Ankergrund finden dürfte.

Nimmt man an, dass die Oxalsäure das erste im Pflanzenorganismus aus der Kohlensäure gebildete Product ist, so lässt sich die Bildung der Weinsäure und Aepfelsäure aus der Oxalsäure in nachstehender Weise deuten:

Durch Austritt von 2 Aeq. O aus 2 (organischen) Aequivalenten Kohlensäure entsteht 1 (wasserfreie) Oxalsäure:

$$C_4\,O_8 - O_2 = C_4\,O_6.$$

Durch Austritt von 2 Aeq. Sauerstoff aus 2 Aeq. Weinsäure entsteht die Aepfelsäure:

$$\underset{\text{Weinsäure}}{C_8\,H_6\,O_{12}} - O_2 = \underset{\text{Aepfelsäure.}}{C_8\,H_6\,O_{10}}$$

$^1/_2$ Aeq. Aepfelsäure aber enthält die Elemente von 1 Aeq. wasserfreier Oxalsäure, in welchem 2 Aeq. O vertreten sind durch 2 H:

$$C_4\,O_6 - 2\,O + 2\,H = C_4\,H_2\,O_4.$$

1 Aeq. wasserfreier Aepfelsäure $= C_8\,H_4\,O_8$

$^1/_2$ „ „ „ $= C_4\,H_2\,O_4.$

Wenn man sich denkt, dass in 1 Aeq. wasserfreier Oxalsäure 4 Aeq. O vertreten sind durch 4 Aeq. H, so haben wir die Formel des Aldehyds: $C_4\,H_4\,O_2$ (Liebig).

Diese Erörterungen haben keine andere Bedeutung, wie die, die Möglichkeit des Uebergangs von Säuren in indifferente Körper zu zeigen. Doch ist erwähnenswerth, dass Aepfel- und Weinsäure einander in den Pflanzensäften begleiten und wirklich in einander übergeführt werden können, und dass namentlich beim beginnenden Reifen der Trauben der Saft derselben stets Aepfelsäure enthält, endlich dass die Aepfelsäure bei der Behandlung mit Braunstein in der That Aldehyd liefert (Liebig).

Die sauerstoffreichsten Verbindungen tragen den Charakter von Säuren an sich, je sauerstoffärmer dieselben werden, desto mehr entfernt sich im Allgemeinen ihre Natur von der einer entschiedenen Säure. Auf diese Weise liesse sich die Bildung der zahlreichen indifferenten

stickstofffreien Pflanzenstoffe, der Glucoside, Bitterstoffe u. s. w. erklären, die unter der Einwirkung von Fermenten im Organismus sich auf die verschiedenste Weise spalten, und zur Abscheidung von Kohlehydraten Veranlassung geben könnten u. s. w.

Was die stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe anbelangt, so wird es durch die Leichtigkeit, mit der man aus stickstofffreien organischen Verbindungen mit Hülfe des Ammoniaks stickstoffhaltige erzeugen kann, mehr als wahrscheinlich, dass die Pflanzen die stickstoffhaltigen Substanzen aus stickstofffreien erzeugen unter Aufnahme der Elemente des Ammoniaks, und dass daher die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile einer späteren Bildungsperiode angehören. Von diesen gehören einige, wie das Asparagin, Solanin, Amygdalin der Classe der Amide und Glucoside an, andere jener der organischen Basen oder Alkaloide. Ihre Menge ist in der Regel ziemlich gering und sie fehlen in vielen Pflanzen gänzlich. Dagegen fehlen die Albuminate, oder wenigstens einzelne Repräsentanten dieser Gruppe keiner Pflanze. Ihre complexe Zusammensetzung gestattet den Schluss, dass ihre Bildung nur allmählich aus minder complexen Stoffen erfolgt, und dass sie als die höchstzusammengesetzten Verbindungen, überhaupt als die letzten Producte des Stoffwechsels zu betrachten sind. Deshalb lagert auch die höher organisirte Pflanze neben Massen von indifferenten Kohlehydraten, die zur Bildung der Cellulose bestimmt sind, grosse Mengen von Albuminaten in ihren Samen ab, damit die junge Pflanze sich aus diesem aufgespeicherten Vorrathe so lange mit dem nöthigen Material versehen kann, bis sie sich dasselbe selbst zu bilden im Stande ist, was erst dann möglich zu sein scheint, wenn alle ihre Organe vollkommen entwickelt sind (Rochleder).

Mit der Bildung der Albuminate gelangt der Kreislauf des Stoffes auf die oberste Stufe der Leiter, mit ihr gipfelt die synthetische Thätigkeit der Pflanze. Im Thiere und mit demselben beginnt die regressive Stoffmetamorphose des allgemeinen Kreislaufs, die Zurückführung des Stoffs in chemisch immer einfachere und einfachere Formen, bis er endlich an jenem Punkte anlangt, von welchem er ausgegangen war, als er organisch wurde.

Der Organismus der Pflanze fügt niedere zu höheren Verbindungen zusammen, in dem Kreislauf des thierischen Lebens fallen die höheren in niedere auseinander (Liebig).

II. Metamorphosen des Stoffs im Thiere.

Verfolgen wir die Wandlungen des Stoffs in den Thieren, und zwar zunächst jenen der höheren Thierclassen, welche einem genaueren Studium ihrer Lebensvorgänge leichter zugänglich sind, so tritt uns auch hier ein inniges Wechselverhältniss, einerseits zur Atmosphäre, und anderseits zum Boden entgegen; allein dieses Verhältniss ist ein von dem

Verhältniss der Thiere zur Atmosphäre.

der Pflanzen wesentlich verschiedenes, mit Bezug auf die Atmosphäre sogar ein geradezu entgegengesetztes. Während nämlich die Pflanzen der Luft durch ihren Ernährungsprocess fortwährend Kohlensäure entziehen und ihr dafür Sauerstoff wiedergeben, halten die Thiere bei ihrer Respiration einen Theil des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft zurück, der aber keineswegs als solcher in ihrem Körper bleibt, sondern als Kohlensäure und Wasser wieder ausgeathmet wird. Der Kohlenstoff dieser Kohlensäure, der Wasserstoff des Wassers stammt von den umgesetzten Geweben, von dem allmählichen Zerfall der organischen Bestandtheile des Thierkörpers, von ihrer Auflösung in immer einfachere und einfachere Formen, unter dem Einflusse des Sauerstoffs und anderer im Organismus selbst liegender Momente. Für die Pflanzen ist die atmosphärische Luft Nahrungsmittel, für die Thiere ist sie Vermittlerin des Stoffumsatzes und der thierischen Wärme. Die Entwickelung und das Wachsthum der Pflanzen, ihre Zunahme an organischer Masse ist geknüpft an Austritt von Sauerstoff, der sich von den Bestandtheilen ihrer Nahrung trennt. Im Thiere sind die stofflichen Veränderungen, die das Leben kennzeichnen, an die Aufnahme von Sauerstoff gebunden, der in jedem Momente des Lebens aufgenommen wird und, sich mit gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers verbindend, endgültig als Kohlensäure und Wasser durch Haut und Lungen und in anderen einfachen Verbindungsformen durch Nieren und Darm austritt, und somit keine Massenzunahme, sondern vielmehr Stoffverbrauch, eine beständige Abnahme an Masse bewirkt. Berücksichtigen wir nun, dass nach den Versuchen von Lavoisier und Menzie von einem erwachsenen Manne in einem Jahre 700 bis 800 Pfund Sauerstoff aufgenommen werden, die alle an Bestandtheile des Thierkörpers gebunden wieder austreten, so ist es klar, dass die Thiere in einem gewissen Zeitraume sich alle einfach in Luft auflösen müssten, wenn ihnen für den beständigen Verlust an Stoff, den sie erleiden, nicht Ersatz durch Zufuhr von aussen geboten würde. Dieser Ersatz wird durch die Nahrung geliefert, und in Folge dieses unter normalen Bedingungen den Verlust wirklich deckenden Ersatzes finden wir das Gewicht des Körpers nach Ablauf eines Jahres entweder unverändert, oder nur innerhalb weniger Pfunde variirend.

und zum Boden.

Die Frage nach den Quellen der thierischen Nahrung führt uns unmittelbar auf das Verhältniss der Thiere zum Boden. Auch dieses ist ein von jenem der Pflanzen zum Boden wesentlich verschiedenes. Während letztere aus diesem ihre anorganischen Nahrungsstoffe und die in selbem verdichteten Atmosphaerilien direct aufnehmen, ist für das Thier der Boden nur mittelbare Quelle der Nahrung. Es sind seine organischen Erzeugnisse, die dem Thiere zur Nahrung dienen. Während kein Theil eines organischen Wesens den Pflanzen zur Nahrung dienen kann, wenn er nicht vorher anorganische Form angenommen hat, bedarf der thierische Organismus zur seiner Erhaltung und Entwickelung höher organisirter Moleküle. Die Nahrungsmittel aller Thiere sind

Die Nahrungsmittel der Thiere sind die organischen Erzeugnisse des Bodens, Theile von Organismen,

unter allen Umständen Theile von Organismen, und diese Nahrungsmittel enthalten zum grössten Theile diejenigen organischen Stoffe, die das Thier als Bestandtheile seiner Organe enthält, bereits fertig gebildet, sie sind dem, was sie ersetzen sollen, gleichartig und gleichwerthig. Der Thierkörper setzt sich nicht, wie es die Pflanze thut, seine Bestandtheile aus seinen Nahrungsmitteln durch Synthese zusammen, sondern er empfängt die Bestandtheile seines Fleisches und Blutes in seinen Nahrungsmitteln bereits fertig gebildet. In dem pflanzenfressenden Thiere verzehrt das fleischfressende und erhält es sein eigenes Fleisch und Blut wieder ersetzt, mit den Pflanzen verzehrt das pflanzenfressende die bereits fertig gebildeten Bestandtheile seines Fleisches und Blutes. Das Endproduct der bildenden Thätigkeit der Pflanze, die Albuminate und andere Bestandtheile des Pflanzenleibes dienen unmittelbar und ohne weitere eingreifende chemische Metamorphose zum Ersatze des Stoffverlustes des Thieres. Durch diese Beziehung erscheinen die Pflanzen als die stoffbereitenden Organe im allgemeinen Kreislauf des Lebens, das Leben der Pflanze ist eine die Ernährung der Thiere vorbereitende Thätigkeit.

und das Thier empfängt in selben die Bestandtheile seines Fleisches und Blutes bereits fertig gebildet.

Die Hauptfactoren des thierischen Lebens, und diejenigen, die einer chemischen Betrachtung allein zugänglich sind, sind die Processe der Respiration, der Ernährung und der Rückbildung oder regressiven Stoffmetamorphose. Indem wir uns ein näheres Eingehen auf die beiden ersten Processe auf den letzten Abschnitt versparen, werden wir hier nur in ganz allgemeinen Umrissen die Wandlungen des Stoffes skizziren, die durch sie, und zwar zunächst durch den Process der Ernährung und Rückbildung veranlasst werden. Die Respiration kommt bei dieser allgemeinen Darstellung des thierischen Stoffwechsels nur insofern in Betracht, als sie selben vermittelt.

Ernährung der Thiere.

Fasst man die Ernährung des Thieres vom rein chemischen Standpunkte auf, so gestaltet sich dieselbe in wunderbarer Einfachheit. Das Thier empfängt in seiner Nahrung die Bestandtheile seines Blutes und Fleisches bereits fertig gebildet, es verzehrt in derselben gewissermaassen sich selbst.

Die organischen Verbindungen, die als Hauptbestandtheile des Blutes, des Fleisches und der übrigen Gewebe erscheinen, gehören den nachstehenden Gruppen an:

Organische Bestandtheile des Blutes, Fleisches und der Gewebe der Thiere.

1) Albuminate und ihre Derivate, vgl. Thl. II. S. 607.
2) Fette, vergl. Thl. II. S. 409.
3) Kohlehydrate, vergl. Thl. II. S. 506.

Von diesen Stoffen erscheinen die Albuminate sammt ihren Derivaten und die Fette als eigentliche Gewebsbildner, während die Kohlehydrate, wie weiter unten erörtert wird, zur Bildung der Fette in einer

nahen Beziehung stehen und in diesem Sinne als Fettbildner angesehen werden können.

Anorganische Bestandtheile der thierischen Flüssigkeiten und Gewebe.

Der Thierkörper enthält aber auch noch anorganische Stoffe, die zu seiner Entwickelung ebenso wesentlich sind, wie die organischen; die wichtigsten davon sind: Phosphorsaure Alkalien und phosphorsaure Erden (Kalk und Bittererde), kohlensaure Erden (in den Knochen), Chlorkalium und Chlornatrium, schwefelsaure Alkalien, Eisen und Kieselerde.

Das Blut ist bekanntlich die Haupternährungsflüssigkeit des Thierkörpers; was Gewebe werden soll, muss vorher Blut gewesen sein; was daher das Thier in seiner Nahrung aufnimmt, muss in Blut verwandelt werden, oder es muss wenigstens in das Blut übergehen, wenn es seine Wirkungen für die Ernährung entfalten soll. Das Blut enthält etwa 79 bis 80 Proc. Wasser und 20 bis 21 Proc. feste Bestandtheile, worunter $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ organische sind. Unter den organischen treten Albumin, Faserstoff und der eisenhaltige Blutfarbstoff: das Hämatin, in den Vordergrund, während Fette und Kohlehydrate den geringeren Theil derselben ausmachen; von letzteren ist überhaupt nur der Traubenzucker und zwar in sehr geringer Menge repräsentirt.

Das Blut enthält alle zur Bildung der Gewebe nöthigen Elemente.

Vergleichen wir nun mit der Zusammensetzung des Blutes jene des Fleisches und der übrigen Gewebe, so ergiebt sich, dass das Blut nicht allein alle Elemente zur Bildung derselben enthält, sondern dass diese Elemente im Blute in einer Weise zu Verbindungen gruppirt sind, die ihren Uebergang in Gewebsbestandtheile entweder ohne oder durch eine untergeordnete chemische Umsetzung möglich macht. So ist namentlich der Hauptbestandtheil des Fleisches, die Muskelfaser, in Zusammensetzung und Eigenschaften dem Blutfibrin ausserordentlich nahestehend, das Albumin des Fleischsaftes lässt sich von dem des Blutes nicht unterscheiden, u. s. w. Die Albuminate endlich überhaupt, die im Thierkörper vorkommen: Albumin, Fibrin, Casein, Globulin, sind chemisch einander so nahe verwandt, dass ihr Uebergang in einander ohne bedeutende chemische Veränderungen erfolgen kann.

Das Blut enthält demnach die Elemente zur Bildung aller Gewebe und thierischen Flüssigkeiten in geeigneter Form.

Ernährung der Fleischfresser.

Die Bestandtheile des Blutes und Fleisches der fleischfressenden Thiere sind vollkommen identisch mit den Bestandtheilen des Blutes und Fleisches derjenigen Thiere, die ihnen zur Nahrung dienen, und es ist daher die Ernährung der Fleischfresser vom chemischen Standpunkte aus ein sehr einfacher Vorgang: sie leben vom Blut und Fleisch der Pflanzenfresser, allein das Blut und Fleisch der letzteren ist identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eigenen Fleische und Blute. Auch das säugende Thier verzehrt in der Milch nur das Blut seiner Mutter, denn in der Milch sind alle jene Stoffe repräsentirt, die das Blut constituiren: Albuminate (Casein), Fette (Butter), Kohlehydrate (Zucker), anorgani-

sche Salze (dieselben wie jene des Blutes) und Wasser. Der Uebergang des Caseins in Albumin und Fibrin setzt keine tiefgreifende chemische Metamorphose voraus.

Ernährung der Pflanzenfresser.

Die Ernährung der Pflanzenfresser, bis vor wenigen Jahrzehnten ein ungelöstes Räthsel und mit jener der Fleischfresser in scheinbarem Gegensatze, ist nun als nicht weniger einfach erkannt, seitdem man weiss, dass alle Theile von Pflanzen, welche Thieren zur Nahrung dienen, ausser Fetten, Kohlehydraten und anorganischen Salzen, die denen der Thiere gleich oder ähnlich sind, auch Albuminate enthalten, die weder in ihrer Zusammensetzung noch in ihren Eigenschaften sich von denen des Thierkörpers wesentlich unterscheiden: Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin (Kleber), Pflanzencasein (Legumin). Die Pflanzenstoffe, welche den pflanzenfressenden Thieren zur Blutbildung dienen, enthalten demnach ebenfalls die Hauptbestandtheile des Blutes bereits fertig gebildet. Die Nahrhaftigkeit oder Ernährungsfähigkeit der vegetabilischen Nahrung steht in geradem Verhältnisse zu dem Gehalte derselben an diesen Stoffen, in welchen die Pflanzenfresser die nämlichen verzehren, auf welche das fleischfressende Thier zu seiner Erhaltung angewiesen ist.

Die Fleischnahrung enthält die nahrhaften Bestandtheile der Pflanzen aufgespeichert und in concentrirtester Form.

Nach diesen Prämissen lässt sich das Verhältniss der Pflanzen zu den Thieren klar übersehen. Die Fleischnahrung enthält den nahrhaften Bestandtheil der Pflanzen aufgespeichert und im concentrirtesten Zustande.

Aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, unter Mitwirkung von Schwefel, schwefelsauren Salzen und gewissen anorganischen Bestandtheilen der Erdrinde, erzeugen die Pflanzen das Blut der Thiere, und in dem Blute und Fleische der pflanzenfressenden verzehren die fleischfressenden Thiere im eigentlichen Sinne nur die Pflanzenstoffe, von denen die ersteren sich ernährt haben.

Thiere und Menschen werden daher durch Vermittelung der Pflanzen aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak nebst einigen anorganischen Stoffen der Erdrinde erzeugt, aus Luft und Erde ersteht das thierische Leben.

Auch die anorganischen Bestandtheile seines Leibes erhält das Thier grösstentheils in derselben Form.

Was für den Ersatz der organischen Bestandtheile des Thierkörpers durch die Nahrung gilt, gilt auch für die anorganischen; auch diese erhält das Thier, gleichviel ob pflanzenfressendes oder fleischfressendes, bereits fertig gebildet, und in der zur Assimilation unmittelbar geeigneten Form.

Die Bestandtheile der Asche des Blutes der körnerfressenden Thiere sind identisch mit der Asche der Körnerfrüchte, die Asche der Omnivoren enthält die Bestandtheile der Asche des Brodes, des Fleisches und der Gemüse, die Asche des Fleisches aller Thiere enthält die gleichen Bestandtheile.

Die anorganischen Bestandtheile der Nahrung sind nicht minder wichtig wie die organischen, und nur diejenigen Stoffe haben auf die Bezeichnung Nahrungsmittel Anspruch, die die anorganischen Salze des Blutes,

des Fleisches und der Gewebe in der geeigneten Form enthalten. Rein dargestelltes aschefreies Albumin, reiner Käsestoff, die ausgelaugte Muskelfaser u. s. w. sind so wenig Nahrungsmittel, dass Thiere selbst durch den quälendsten Hunger nicht vermocht werden können, diese Stoffe zu geniessen.

Begriff eines vollkommenen Nahrungsmittels für Thiere.

Es bedarf nach dem Gesagten auch wohl kaum einer näheren Auseinandersetzung, dass unter einem vollkommenen Nahrungsmittel nur solche Substanzen verstanden werden können, die die Hauptbestandtheile des Thierkörpers: Albuminate, Fette, Kohlehydrate und die anorganischen Salze in dem geeigneten Verhältnisse und in verdaulicher Form enthalten.

Unter Nahrungsstoffen dagegen verstehen wir die einzelnen Bestandtheile eines Nahrungsmittels. Albumin z. B. ist ein Nahrungsstoff, aber kein Nahrungsmittel.

Fettbildung im Thierkörper.

Wir haben im Obigen ausgeführt, dass der Thierkörper in seiner Nahrung die Bestandtheile seines Blutes und seiner Gewebe bereits fertig gebildet erhält. Dieser Satz bedarf aber einer Einschränkung in Bezug auf die Fettbildung im Thierkörper. Obgleich man früher auch diese ausschliesslich von dem als solchem aufgenommenen Fett in der Nahrung herleiten zu dürfen glaubte, so ist es gegenwärtig als vollkommen entschieden anzusehen, dass dem nicht so ist. Wenngleich bei den Carnivoren, die ausser Fett nur sehr geringe Mengen stickstofffreier Stoffe in ihrer Nahrung verzehren, die übrigens bekanntlich höchst unbedeutende Fettbildung ihres Körpers nur auf diese Weise gedeutet werden kann, so ist es doch gerade bei diesen Thieren bemerkenswerth, dass das Fett ihres Leibes zunimmt, wenn sie gemischte Nahrung geniessen, und wenn wir berücksichtigen, dass wir bei unseren Hausthieren die Fettbildung steigern können, und zwar durch geeignete Nahrungsmittel, welche reich an Kohlehydraten sind, so werden wir nicht anstehen, in letzteren eine bestimmte Beziehung zur Fettbildung zu suchen.

Es ist das Verdienst Liebig's, diese Beziehung dargethan und zum Theil selbst experimentelle Beweise dafür beigebracht, zum Theil solche angeregt zu haben, so dass es gegenwärtig jedenfalls wahrscheinlich erscheint, dass die Kohlehydrate im Leibe des Thieres im normalen Zustande der Ernährung in Fett übergeführt werden können, und in diesem Sinne kommt ihnen als Nahrungstoffen die Bezeichnung Fettbildner mit Recht zu.

Beweise für die Ansicht, dass Kohlehydrate im Organismus in Fett übergehen.

Allein man darf dabei nicht verschweigen, dass es bisher noch nicht gelungen ist, in unseren Laboratorien Kohlehydrate in wirkliches Fett überzuführen, und dass die Beweise für einen derartigen Uebergang im Organismus mehr indirecte sind. Man hat nämlich zunächst den experimentellen Beweis geliefert, dass der Gehalt an Fett, welchen die pflanzenfressenden Thiere in ihrer Nahrung erhalten, nicht hinreicht, um

einerseits die Fettproduction der Thiere und anderseits den Verlust an Fett in den Se- und Excretionen zu decken; es ist ausserdem durch die Untersuchungen von Persoz und Boussingault wahrscheinlich geworden, dass der aus dem Stärkmehl der Körnerfrüchte, der Kartoffeln, der Samen der Leguminosen bei der Verdauung entstehende Zucker bei ausreichendem Material für die Zellenbildung im Leibe der Thiere in Fett übergeführt wird. Wenn die Thiere in ihrer Nahrung ein grösseres Quantum von Albuminaten und von Kohlehydraten geniessen, als zur Unterhaltung ihres Lebens- und Athmungsprocesses erforderlich ist, so häufen sich die ersteren in der Form von Fleisch und Zellgewebe an, die stickstofffreien scheinen sich aber in Fett zu verwandeln. Ein schlagender Beweis für die Möglichkeit der Fettbildung aus Kohlehydraten ist übrigens auch durch die zuerst von Gundlach beobachtete Thatsache geliefert, dass Bienen, welche mit Zucker ausschliesslich gefüttert werden, Wachs zu produciren fortfahren, bekanntlich eine Substanz, die durch ihre chemische Constitution und durch ihre Eigenschaften den Fetten sehr nahe steht.

Möglichkeit einer Fettbildung aus Albuminaten.

Streng genommen liefern alle diese Thatsachen allerdings nur den Beweis, dass der Thierkörper nicht all sein Fett bereits fertig gebildet in seiner Nahrung erhält, und dass es vielmehr zum Theil auch aus anderen Materien, namentlich aus Kohlehydraten, im Organismus erzeugt werden kann. Sie beweisen aber keineswegs, dass es ausschliesslich nur aus Kohlehydraten erzeugt wird, insofern es dem Körper nicht schon fertig in der Nahrung zugeführt wird. Es ist keine einzige Thatsache bekannt, welche die Möglichkeit ausschlösse, dass ein Theil des Fetts aus Albuminaten und ihren Derivaten in einer gewissen Periode ihrer Umsetzung gebildet werden könnte, und Ernährungsversuche mit Stoffen, die einen Ueberschuss an Albuminaten, und solchen, die einen Ueberschuss an Kohlehydraten enthielten, haben das Resultat geliefert, dass unter den Bedingungen der Mästung in beiden Fällen eine Zunahme an Fett stattfindet. Berücksichtigen wir nun überdies, dass auch die Albuminate bei mannigfachen Zersetzungsprocessen in unseren Laboratorien und bei der Fäulniss neben anderen Producten auch fette Säuren (Buttersäure, Baldriansäure u. s. w.) liefern, ja vielleicht stickstofffreie zu den Kohlehydraten gehörige Stoffe als Paarlinge enthalten (vergl. Thl. II. S. 610), so wird man die Möglichkeit der Fettbildung auch aus diesen Stoffen im Auge behalten müssen, ganz abgesehen davon, dass man sie sich an der Fettbildung auch insofern betheiligt denken kann, dass sie bei dem Uebergange der Kohlehydrate in Fette gewissermaassen die Rolle von Fermenten spielten, wie denn z. B. die Buttersäuregährung von Zucker durch in Fäulniss befindliche und daher selbst Buttersäure liefernde Albuminate eingeleitet wird. Wie aus Albuminaten Fett entstehen könnte, liesse sich wohl durch allerlei Möglichkeiten, nicht aber durch factische Verhältnisse erläutern, und es erscheint daher vollkommen überflüssig, sich in solche allgemeine Möglichkeiten weiter zu vertiefen.

Der Uebergang von Kohlehydraten in Fett setzt Austritt von Sauerstoff voraus.

Was aber den Uebergang der Kohlehydrate in Fette betrifft, so lehrt ein Blick auf die Formeln des Zuckers einerseits, und auf die der Fette anderseits, dass ein solcher Uebergang unbedingt den Austritt von Sauerstoff aus dem Molekül des Zuckers voraussetzt. Die Kohlehydrate enthalten nämlich Wasserstoff und Sauerstoff zu gleichen Aequivalenten, die Fette dagegen weit weniger Sauerstoff. Die Fettbildung aus Kohlehydraten erscheint demgemäss als ein Vorgang, wie er bei der Pflanzenernährung Regel, bei der Stoffmetamorphose im Thier aber Ausnahme ist; durch sie ragt die wichtigste Eigenthümlichkeit des pflanzlichen Stoffwechsels in das Thierleben herein.

Liebig betrachtet die Fettbildung aus Kohlehydraten als das Product zweier Processe, welche gleichzeitig nebeneinander vor sich gehen; der eine ist eine unvollkommene Oxydation, durch welche eine gewisse Menge Wasserstoff, der andere ein Spaltungs- oder Gährungsprocess, durch welchen eine gewisse Menge Sauerstoff in der Form von Kohlensäure sich von den Elementen des Zuckers trennt. Mit anderen Worten will dies sagen, dass der Uebergang einer sauerstoffreichen in eine sauerstoffarme Substanz bedingt wird durch Spaltung des Zuckers in zwei Verbindungen, wovon die eine den überschüssigen Sauerstoff enthält. Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass das Fett des Thierkörpers auf drei Quellen zurückgeführt werden muss: 1) auf das Fett der Nahrung, 2) auf eine Bildung von Fett aus den Kohlehydraten der Nahrung, 3) auf einen Uebergang stickstoffhaltiger Substanzen in Fett unter nicht näher gekannten Verhältnissen.

Regressive Stoffmetamorphose.

Rückbildung im Thier.

Die Gewebe der Thiere befinden sich in einer beständigen Umsetzung.

Das Blut und die Gewebe der Thiere befinden sich in einer beständigen Verjüngung. Fortwährend werden die Bestandtheile derselben umgesetzt, und durch die Ausscheidungsorgane des Thierkörpers der Aussenwelt zugeführt, fortwährend wird für das Ausgeschiedene wieder Neues assimilirt und in Blut und Gewebe umgewandelt, wenn eine entsprechende Zufuhr von aussen durch die Nahrung stattfindet. Fehlt es an dieser, so verliert der Körper an Gewicht, es tritt Abmagerung ein, und es würde das Thier seinen Körper allmählich vollständig verausgaben, wenn nicht schon früher in Folge des Untüchtigwerdens der Organe für ihre Functionen der Hungertod einträte. Ersetzen wir aber das Verlorene durch Nahrungsmittel, so erhält sich der Körper des Thieres bei seinem ursprünglichen Gewicht. Im Thierkörper findet also ein beständiger und zwar so energischer Stoffwechsel statt, dass nach angestellten Berechnungen, die allerdings nur ungefähre sind, dreissig Tage hinreichend wären, um die Mischung des erwachsenen und vollständig normalen Thierkörpers gänzlich zu erneuern.

Vergleichen wir nun die Einnahmen des Thierkörpers mit seinen Ausgaben ihrer Qualität nach, oder mit anderen Worten, vergleichen wir die Zusammensetzung der Bestandtheile der Nahrung der Thiere mit der Zusammensetzung derjenigen Stoffe, die in den thierischen Ausscheidungen den Körper verlassen, so finden wir, dass die organischen Verbindungen, welche die Hauptbestandtheile der thierischen Nahrung ausmachen, nämlich die Albuminate, die höchstzusammengesetzten, die complexesten sind, die wir überhaupt kennen, und dass auch die Kohlehydrate und die Fette als Endproducte der schaffenden Thätigkeit der Pflanze aufzufassen sind, dass endlich mit den Albuminaten insbesondere die höchste Sprosse der Leiter der progressiven durch das Pflanzenleben repräsentirten Stoffmetamorphose erklommen ist, — während die Form, in welcher die umgesetzten Gebilde des Thierkörpers selben verlassen, entweder gar keine organische mehr ist, oder sich doch wenigstens auf der Grenzlinie zwischen organischen und anorganischen Verbindungen bewegt. Die der Menge nach vorwiegenden Bestandtheile der thierischen Ausscheidungen sind Kohlensäure, Wasser, Ammoniak oder Stoffe, die sich vom Ammoniak ableiten und bei geringem Anstosse in Kohlensäure und Ammoniak zerfallen.

Vergleich der Einnahmen des Thierkörpers mit seinen Ausgaben in Bezug auf ihre Zusammensetzung.

Durch das Leben der Thiere kehrt sonach die allgemeine Stoffmetamorphose zu ihren ersten Anfängen zurück, die Endglieder der regressiven Stoffmetamorphose des Thieres sind die Anfangsglieder der progressiven Stoffmetamorphose der Pflanze, die Ausscheidungen der Thiere sind die Nahrung der Pflanzen.

Die Endglieder der regressiven Stoffmetamorphose des Thieres sind die Anfangsglieder der progressiven Stoffmetamorphose der Pflanze.

Die in den Ausscheidungen der Thiere enthaltenen feuerbeständigen anorganischen Salze sind ebenfalls unmittelbar für die Ernährung der Pflanzen verwerthbar, sie sind mit den anorganischen Bestandtheilen der Pflanzen identisch, wie wir bereits mehrfach ausgeführt haben.

Fassen wir nun aber das Verhalten der organischen Verbindungen, welche die Hauptbestandtheile des Thierkörpers ausmachen, in Bezug auf ihre ausserhalb des Organismus eingeleiteten Zersetzungen ins Auge, so erscheint es von vornherein höchst unwahrscheinlich, dass diese Stoffe im Organismus direct zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verbrennen sollten, denn diess gelingt uns selbst ausserhalb des Organismus in unseren Laboratorien nur durch eine bei hoher Temperatur, bei Glühhitze eingeleitete Oxydation mittelst freien Sauerstoffs, durch ihre Verbrennung im engeren Sinne. Abgesehen nun davon, dass für eine derartige Verbrennung die Bedingungen im Thierorganismus kaum vorhanden sein dürften, sprechen zahlreiche Gründe dafür, dass der Uebergang der constituirenden Bestandtheile des Thierorganismus in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, obgleich durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft eingeleitet und im Wesentlichen in Oxydationsvorgängen bestehend, ein nur allmählicher ist, und zwischen ersteren und den Endproducten zahlreiche Mittelglieder liegen. Wenn wir bedenken, dass selbst die eigentliche

Die höher organisirten Bestandtheile des Thierkörpers werden nicht unmittelbar zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verbrannt.

Verbrennung organischer Substanzen ein Vorgang ist, bei dem derartige Mittelglieder fast nie fehlen, so werden wir bei einer Oxydation, wie diejenige im Thierkörper ist, die Bildung von Zwischenstufen wohl von vornherein voraussetzen dürfen, ganz abgesehen davon, dass im Thierorganismus die chemische Thätigkeit sich nicht bloss durch Oxydationswirkungen äussert, sondern unzweifelhaft in bestimmten Fällen in Spaltungsvorgängen ihren Ausdruck findet.

Vorkommen von Zwischenprodukten der regressiven Stoffmetamorphose im Thierkörper.

Für einen derartigen allmählichen Uebergang sprechen aber nicht allein allgemeine Erwägungen, sondern auch bestimmte Thatsachen, das Vorkommen nämlich zahlreicher organischer Verbindungen, die man sich als derartige Mittelglieder denken kann, und die sich in Bezug auf ihre Zusammensetzung in Reihen bringen lassen, deren einzelne Glieder immer einfacher und einfacher zusammengesetzt erscheinen, immer ärmer an Kohlenstoff und beziehungsweise immer reicher an Sauerstoff und an Stickstoff werden, immer mehr den organischen Charakter verlieren und endlich wirklich in die oben genannten anorganischen Verbindungen übergehen. So ist das Verhältniss des Kohlenstoffs zum Stickstoff in den unten aufgeführten im Thierkörper vorkommenden organischen Stoffen Folgendes:

Verhältniss des Stickstoffs zum Kohlenstoff in einigen stickstoffhaltigen Thierstoffen.

Albumin	enthält	1	Aeq.	N	auf	8	Aeq.	C
Fibrin	„	1	„	N	„	8	„	C
Casein	„	1	„	N	„	8	„	C
Chondrin	„	1	„	N	„	8	„	C
Kreatin	„	1	„	N	„	7	„	C
Glutin u. leimgebende Gewebe	„	1	„	N	„	$6^1/_3$	„	C
Inosinsäure	„	1	„	N	„	5	„	C
Glycin	„	1	„	N	„	4	„	C
Kreatin und Kreatinin . . .	„	1	„	N	„	$2^2/_3$	„	C
Harnsäure	„	1	„	N	„	$2^1/_2$	„	C
Allantoin	„	1	„	N	„	2	„	C
Harnstoff	„	1	„	N	„	1	„	C.

Der Harnstoff aber schliesst die Reihe der im Thierkörper gebildeten stickstoffhaltigen Verbindungen. Bei dem geringsten Anstosse zerfällt er in Kohlensäure und Ammoniak, indem er dabei die Elemente des Wassers aufnimmt:

$$\begin{array}{rl} C_2\,H_4\,N_2\,O_2 = & 1 \text{ Aeq. Harnstoff} \\ +\quad H_4\quad O_4 = & 4 \text{ „ Wasser} \\ \hline = C_2\,H_8\,N_2\,O_6 = & 2 \text{ Aeq. kohlensaures Ammoniak.} \end{array}$$

$$\begin{array}{rl} C_2\qquad O_4 = & 2 \text{ Aeq. Kohlensäure} \\ H_8\,N_2\,O_2 = & 2 \text{ „ Ammoniumoxyd} \\ \hline C_2\,H_8\,N_2\,O_6 & \end{array}$$

So gestaltet sich das Verhältniss des Sauerstoffs zum Kohlenstoff in nachstehenden stickstofffreien Bestandtheilen des Thierkörpers wie folgt:

Verhältniss des Sauerstoffs zum Kohlenstoff in einigen stickstofffreien im Thierkörper aufgefundenen Verbindungen.

Stearinsäure	enthält	auf	1	Aeq.	O . . .	9	Aeq.	C
Oelsäure	„	„	1	„	O . . .	9	„	C
Palmitinsäure	„	„	1	„	O . . .	8	„	C
Capronsäure	„	„	1	„	O . . .	3	„	C
Valeriansäure	„	„	1	„	O . . .	$2^1/_2$	„	C
Buttersäure	„	„	1	„	O . . .	2	„	C
Propionsäure	„	„	1	„	O . . .	$1^1/_2$	„	C
Essigsäure	„	„	1	„	O . . .	1	„	C
Glycerin	„	„	1	„	O . . .	1	„	C
Zucker	„	„	1	„	O . . .	1	„	C
Milchsäure	„	„	1	„	O . . .	1	„	C
Bernsteinsäure	„	„	1	„	O . . .	1	„	C
Ameisensäure	„	„	1	„	O . . .	$^1/_2$	„	C
Oxalsäure	„	„	1	„	O . . .	$^1/_2$	„	C.

Stellen wir die Formeln nachstehender im Thierkörper vorkommender stickstoffhaltiger und stickstofffreier Verbindungen in der Art zusammen, dass wir die complexesten voranstellen und an sie stufenweise die einfacheren anreihen, so bekommen wir eine Reihe, die den Zerfall der zusammengesetzteren in immer einfachere Stoffe anschaulich macht, oder doch wenigstens so viel lehrt, dass im Thierorganismus neben sehr zusammengesetzten Verbindungen sehr einfache vorkommen, die einen Uebergang zu anorganischen bilden:

Formeln einiger im Thierkörper vorkommender Verbindungen in absteigende Reihen gebracht.

Albumin	C_{216}	H_{169}	N_{27}	S_3	O_{68}
Casein	C_{288}	H_{228}	N_{36}	S_2	O_{90}
Elastisches Gewebe	C_{112}	H_{88}	N_{14}		O_{32}
Taurocholsäure .	C_{52}	H_{45}	N	S_2	O_{14}
Glykocholsäure .	C_{52}	H_{43}	N		O_{12}
Cerebrin	C_{34}	H_{33}	N		O_6
Tyrosin	C_{18}	H_{11}	N		O_6
Hippursäure . . .	C_{18}	H_9	N		O_6
Leucin	C_{12}	H_{13}	N		O_4
Guanin	C_{10}	H_5	N_5		O_2
Sarkin	C_{10}	H_4	N_4		O_2
Xanthin	C_{10}	H_4	N_4		O_4
Harnsäure . . .	C_{10}	H_4	N_4		O_6
Kreatin	C_8	H_9	N_3		O_4
Kreatinin	C_8	H_7	N_3		O_2
Allantoin	C_8	H_6	N_4		O_6
Sarkosin	C_6	H_7	N		O_4
Glycin	C_4	H_5	N		O_4
Harnstoff	C_2	H_4	N_2		O_2.

Stearin	$C_{114} H_{110} O_{12}$
Palmitin	$C_{102} H_{98} O_{12}$
Olein	$C_{114} H_{104} O_{12}$
Stearinsäure . . .	$C_{36} H_{36} O_4$
Oleinsäure . . .	$C_{36} H_{33} O_4$
Palmitinsäure . .	$C_{32} H_{32} O_4$
Capronsäure . . .	$C_{12} H_{12} O_4$
Buttersäure . . .	$C_8 H_8 O_4$
Essigsäure . . .	$C_4 H_4 O_4$
Ameisensäure . .	$C_2 H_2 O_4$
Zucker	$C_{12} H_{12} O_{12}$
Bernsteinsäure . .	$C_8 H_6 O_8$
Milchsäure . . .	$C_6 H_6 O_6$
Oxalsäure . . .	$C_4 H_2 O_8$.

So wie der Harnstoff sehr leicht in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt, so die Oxalsäure in Kohlensäure und Ameisensäure, letztere aber zerfällt durch Oxydationsmittel in Kohlensäure und Wasser:

$$\underset{\text{Oxalsäure}}{C_4 H_2 O_8} = \underset{\text{Kohlensäure}}{C_2 O_4} + \underset{\text{Ameisensäure}}{C_2 H_2 O_4}$$

$$\underset{\text{Ameisensäure}}{C_2 H_2 O_4 + 2\,O} = \underset{\text{Kohlensäure}}{C_2 O_4} + 2\,HO.$$

Soll diess Alles aber kein blosses Spielen mit Formeln sein, so müssen noch weitere Stützpunkte dafür gegeben sein, gewisse im Thierorganismus vorkommende Stoffe als Producte der Rückbildung mit Grund zu betrachten.

Gegenwärtiger Zustand unserer Kenntnisse über die Zwischenstufen der regressiven Stoffmetamorphose.

In der That fehlt es uns an mehreren derartigen Anhaltspunkten keineswegs, obgleich, wie wir mit Nachdruck hervorheben wollen, man noch weit davon entfernt ist, alle Zwischenstufen der regressiven Stoffmetamorphose zu kennen und unsere Kenntnisse derselben vielmehr äusserst dürftige sind. Der Leser würde uns auch vollkommen missverstehen, wenn er aus den oben gegebenen Formelzusammenstellungen den Schluss ziehen wollte, die Reihen entsprächen nachgewiesenen Uebergängen der einzelnen Stoffe im Organismus. Dies ist so wenig der Fall, dass wir von den stickstofffreien Körpern, die wir als Producte der Rückbildung anzusehen Grund haben, keineswegs mit einiger Sicherheit zu sagen vermögen, ob sie sich vom Zerfall der Albuminate, oder von jenem der Fette z. B. ableiten, da die bekannten genetischen Beziehungen dieser Stoffe beides als gleich gut möglich erscheinen lassen. Obige Reihen haben sonach keine andere Bedeutung wie die, das Herabsteigen der organischen Bestandtheile des Thierkörpers von den zusammengesetztesten zu den einfachsten Formen zu veranschaulichen. — Aber anderseits hat die neuere organische Chemie Verhältnisse ermittelt, welche auf die Stellung einzelner Bestandtheile des Thierkörpers in dem Stoffwechsel und ihre Beziehungen zu anderen sehr wichtige Aufschlüsse geben. Die organische

Chemie lehrt, dass die Albuminate und ihre Derivate durch Säuren, durch Alkalien und durch Fäulniss vollkommen übereinstimmend in der Weise zersetzt werden, dass als Hauptproducte der Zersetzung Leucin und Tyrosin, beziehungsweise auch wohl Glycin auftreten. Wenn nun physiologisch-chemische Untersuchungen neuerlichst ergeben haben, dass Leucin und Tyrosin auch im Thierkörper und zwar in grösster Menge gerade an den Heerden eines lebhaften localen Stoffumsatzes: in den Drüsen, vorkommen, so wird es nahe genug liegen und sicherlich nicht ungerechtfertigt erscheinen, dieses Vorkommen der genannten beiden Stoffe auf einen ähnlichen Zerfall der Albuminate im Organismus zurückzuführen.

Durch Oxydationsmittel wird die Harnsäure in Harnstoff, Allantoin, Oxalsäure und Kohlensäure verwandelt, das Allantoin aber geht seinerseits durch oxydirende Agentien ebenfalls in Harnstoff über. Dass nun die Beziehungen der Harnsäure und des Allantoins zum Harnstoff im Organismus ähnliche sind, ergiebt sich aus mehr wie einer Thatsache. Wir haben gute Gründe für die Annahme, dass im normalen Organismus der höheren Thierclassen die Harnsäure in Harnstoff und Oxalsäure oder Kohlensäure übergeführt wird. So bewirkt Harnsäure, innerlich genommen, nicht eine Vermehrung der Harnsäure im Harn, wohl aber eine Vermehrung des Harnstoffs und oxalsauren Kalks; der Gehalt des Harns fleischfressender Thiere an Harnsäure ist bei ungestörter Gesundheit der Thiere sehr gering, und bei Pflanzenfressern fehlt sie darin oft gänzlich, während sie in einzelnen Organen derselben nachgewiesen wurde; sie muss daher, bevor sie noch in den Harn gelangt, weiter umgesetzt werden, — so wie aber in Folge von Störungen in der Function einzelner Organe eine Beeinträchtigung des Stoffwechsels, und eine verminderte Zufuhr des Sauerstoffs durch Störung des Gasaustausches in den Lungen, oder der Blutcirculation stattfindet, sehen wir sogleich eine beträchtliche Ausscheidung von Harnsäure erfolgen, es wird sonach in solchen Fällen die Harnsäure nicht weiter zu Harnstoff oxydirt. Auf dieselbe Weise erklärt sich das Auftreten von Allantoin im Harn, welches bei Respirationsstörungen beobachtet wurde, und welches nach innerlichem Gebrauche bei normalem Zustande des Organismus im Harn als solches nicht wieder aufgefunden wird. Vergleicht man die Formeln des Guanins, Sarkins, Xanthins und der Harnsäure:

Guanin	$C_{10}\ H_5\ N_5\ O_2$
Sarkin	$C_{10}\ H_4\ N_4\ O_2$
Xanthin	$C_{10}\ H_4\ N_4\ O_4$
Harnsäure	$C_{10}\ H_4\ N_4\ O_6$,

so fällt nicht nur im Allgemeinen die grosse Analogie der Zusammensetzung auf, sondern man sieht sogleich, dass Sarkin und Xanthin einfach durch Sauerstoffaufnahme, ersteres durch Eintritt von 4, und letzteres von 2 Aeq. Sauerstoff in Harnsäure übergehen könnten, und dass das Guanin in Sarkin durch Austritt von je 1 Aeq. H und N verwandelt

werden könnte. In der That lässt sich das Guanin und das Sarkin durch Behandlung mit Salpetersäure in Xanthin verwandeln, und wenn es noch nicht gelungen ist, das Xanthin in Harnsäure umzuwandeln, so ist dies vielleicht nur deshalb noch nicht geschehen, weil die Schwierigkeit, sich grössere Mengen dieses Stoffes zu beschaffen, eine eingehendere Untersuchung desselben bisher verhindert hat. Dagegen hat aber Strecker in neuester Zeit Guanin durch Oxydationsmittel in Xanthin, Parabansäure, Oxalursäure und Harnstoff übergeführt: letztere drei bekanntlich Oxydationsproducte der Harnsäure. Jedenfalls wirft auf die Stellung des Xanthins in der regressiven Stoffmetamorphose schon sein Vorkommen in wenngleich sehr seltenen Harnsteinen ein unzweideutiges Licht, und man wird von keiner Seite einen ernstlichen Widerspruch zu befürchten haben, wenn man dem Guanin, Sarkin und Xanthin in der Rückbildung ihren Platz unmittelbar vor der Harnsäure anweist.

Wenn wir endlich beobachten, dass Kreatin und Kreatinin, und dass Inosinsäure sich vorzugsweise in dem die Muskeln umspülenden Safte in reichlicherer Menge vorfinden, während sie unter den in gewissen drüsigen Organen stattfindenden Umsetzungen fehlen, so werden wir daraus den Schluss ziehen dürfen, dass sie Producte des Stoffwechsels eines bestimmten Gewebes: des Muskelgewebes seien, und wir werden aber auch darüber nicht lange in Zweifel sein können, wie diese Producte den Endproducten des Stoffwechsels überhaupt zugeführt werden, wenn wir uns daran erinnern, dass das Kreatinin mit Leichtigkeit in Kreatin, dieses aber durch gewisse Agentien in Sarkosin und Harnstoff übergeht.

Kann demnach über die gegenseitigen biostatischen Beziehungen mehrerer stickstoffhaltiger im Thierorganismus vorkommender und als Zwischenglieder des Zerfalls derselben erkannter Verbindungen eine Meinungsverschiedenheit kaum bestehen, so ist eine solche allerdings sehr wohl möglich in Bezug auf den Ursprung der stickstofffreien Umsatzproducte. So wissen wir, dass durch Oxydation der Fette die ganze Reihe der homologen Säuren der Reihe $Cn\,Hn\,O_4$ erhalten werden kann, wir wissen aber anderseits auch, dass mehrere davon, und insbesondere die im Thierkörper vorkommenden unter den Oxydationsproducten der Albuminate auftreten, dass ferner das Leucin in Buttersäure oder Baldriansäure und Ammoniak zerfallen kann; so können wir uns die Oxalsäure als aus Kohlehydraten entstanden denken, aber ebenso gut kann sie sich aus der Oxydation der Harnsäure und anderer Stoffe herleiten, denn wir haben ja soeben gesehen, dass die Bildung der Oxalsäure bei der Oxydation der Harnsäure eine constante und typische ist, und wir wissen endlich, dass diese Säure ein ganz allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper überhaupt darstellt.

Wir werden daher kaum fehlgreifen, wenn wir die stickstofffreien Umsatzproducte des Thierkörpers, die fetten Säuren, die Bernsteinsäure, Oxalsäure u. s. w., auf einen doppelten Ursprung zurückführen, auf einen solchen aus Albuminaten, was schon darin eine Stütze findet, dass man

überhaupt Gründe hat, diese für gepaarte Verbindungen zu betrachten, deren einer Paarling ein Kohlehydrat wäre (vergl. Bd. II. S. 610), — und auf einen solchen aus Kohlehydraten und Fetten.

Gesammtbild des Stoffwechsels im Thierkörper.

Ergiebt sich aus dem soeben Mitgetheilten, dass unsere Kenntnisse von den einzelnen Phasen des Stoffwechsels sich noch sehr in der Kindheit befinden, so geht doch auch anderseits daraus hervor, dass wir nicht nur allein seine Anfänge und seine Endproducte kennen, sondern auch gewisse Zwischenproducte desselben, so dass das Feld, dessen weitere Urbarmachung der Wissenschaft obliegt, bereits abgesteckt erscheint. Wir wissen, dass alle von den Albuminaten derivirenden Producte des Stoffwechsels, was auch ihre noch ungekannten Zwischenglieder sein mögen, sich endgültig verwandeln in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Harnstoff (Amid der Kohlensäure), Schwefelsäure (der Schwefel der Albuminate, der in der Form schwefelsaurer Salze austritt) und Stickgas, während die Fette und Kohlehydrate, Kohlensäure und Wasser als Endproducte liefern. Wir wissen ferner, dass alle diese Stoffe in solche Organe, wie Lunge, Haut und Niere abgesondert werden, deren Inhalt im normalen Lebensprocesse aus dem Körper wieder entfernt wird. Wir wissen ferner, dass dieser Uebergang in die Endproducte nur ein allmählicher ist, und zwischen den Anfängen und Endproducten zahlreiche Mittelglieder liegen, von denen einzelne wenigstens bekannt sind.

Specifischer Stoffwechsel in den verschiedenen Organen und Geweben.

Rücksichtlich der Entstehung dieser Mittelglieder kann als gewiss angesehen werden, dass dieselben sich nicht auf alle Organe und Gewebe gleichmässig vertheilen, sondern dass die Umsetzungsproducte bestimmter Organe und Gewebe qualitativ verschiedene Zwischenglieder liefern, dass mithin die Organe und Gewebe eigenthümliche Verhältnisse des intermediären Stoffwechsels darbieten. Indem wir uns vorbehalten, auf diese Verhältnisse im weiteren Verlaufe dieses Werkes näher einzugehen und zunächst nur das Allgemeine festhalten, so kommen wir weiterhin zu dem Resultate, dass schon aus der Zusammensetzung der während des Stoffwechsels gebildeten Producte sich die nahe Beziehung des Sauerstoffs zu ihrer Bildung ergiebt, wobei aber nicht ausser Acht gelassen werden darf, dass namentlich die höheren Glieder derselben durch Spaltungsvorgänge erzeugt werden können; wir können uns einzelne Producte gebildet denken durch einfache Umlagerung der Atome, andere wieder durch einfache Spaltung in zwei Atomgruppen, wieder andere durch Spaltungsvorgänge von einer theilweisen Oxydation begleitet u. s. w. Wie dem aber auch sein mag, so gestaltet sich das Gesammtbild des Stoffwechsels im Thierkörper als das eines Oxydationsprocesses. Die stickstoffhaltigen Umsatzproducte enthalten den Stickstoff der Albuminate und sind aus diesen entstanden durch allmähliches Austreten von Kohlenstoff oder einer Kohlenstoffverbindung unter dem Einfluss des eingeathmeten Sauerstoffs, die Fette spalten sich vielleicht zunächst in fette Säuren und Glycerin, wobei aber beide Spaltungsproducte alsbald in den Kreis der Oxydation gezogen und da-

durch den Endproducten mehr oder weniger rasch entgegengeführt werden. Da nun sämmtliche Bestandtheile des Thierkörpers, insofern sie organischer Natur sind, die Albuminate so gut wie die Fette, diese so gut wie die Kohlehydrate, in die Endproducte des Stoffwechsels, welche wahre Verbrennungsproducte sind, übergeführt werden, so hat die Auffassung des thierischen Lebens als eines Verbrennungsprocesses seine Berechtigung, nur müssen wir dabei nicht vergessen, einerseits, dass nicht der ganze thierische Chemismus sich ausschliesslich auf Oxydation zurückführen lässt, vielmehr auch Spaltungsvorgänge gewöhnlich der Oxydation vorhergehen mögen, und selbst Reductionsprocesse im Thierorganismus stattfinden können, wie denn die Fettbildung aus Kohlehydraten ein solcher wäre, — und anderseits, dass man sich diesen Verbrennungsprocess nicht als einen derartigen denken darf, der die Gewebe und Organe unmittelbar in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Schwefelsäure und Stickstoff verwandelt. Auch müssen wir uns davor hüten, in der Einwirkung des Sauerstoffs, indem wir die Analogie mit dem Verbrennungsprocesse festhalten, — etwas dem Leben Feindliches zu sehen, denn wenn es auch richtig ist, dass der Sauerstoff die Ursache der Rückbildung oder des Zerfalls ist, so müssen wir uns dabei daran erinnern, dass ohne einen solchen das Leben überhaupt nicht denkbar ist, indem sein Wesen ja gerade in einer fortwährenden Verjüngung, in Wechsel von Stoff und Form in den einzelnen Theilen, während die allgemeine Gestalt dieselbe bleibt, besteht, und ganz abgesehen davon geht selbst die Bildung mancher Gewebe nur unter der Mitwirkung des Sauerstoffs vor sich. Ein Blick auf die Zusammensetzung des Albumins und Fleischfibrins einerseits und auf jene des leimgebenden Gewebes und der Hornsubstanz zeigt, dass diese Stoffe aus Albumin nur durch Austritt von Kohlenstoff entstehen können, dass sonach bei ihrer Bildung der Sauerstoff wesentlich betheiligt ist.

In wie weit die Auffassung des thierischen Lebensprocesses als eines Verbrennungsprocesses eine berechtigte ist.

Das Pflanzenleben ein synthetischer und ein Reductionsprocess, das Thierleben ein analytischer und ein Oxydationsprocess dem vorwiegenden Charakter nach.

So wie demnach der Chemismus des Pflanzenlebens als ein synthetischer, und zwar als ein Reductionsprocess erscheint, indem sich dabei fortwährend Sauerstoff von den Bestandtheilen der Pflanzennahrung trennt, aus welcher sich die Pflanze ihren Leib aufbaut — ohne dass übrigens Oxydationsvorgänge von secundärer Bedeutung dabei ausgeschlossen sind — ebenso erscheint der Chemismus des Thierlebens in seinen allgemeinen grossen Umrissen als ein analytischer, und zwar als ein grossartiger Oxydationsprocess, in Folge dessen die der Rückbildung verfallenen Bestandtheile der thierischen Organe und Gewebe zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verbrannt, und in dieser Form oder in der des Harnstoffs aus dem Körper entfernt werden, wobei aber neben diesem vorwiegenden Oxydationsprocesse die mannigfaltigsten Spaltungsvorgänge und auch wohl Reductionen einhergehen können.

Ausscheidung der anorganischen Bestandtheile der Organe und Gewebe.

Wir haben bisher nur von der Rückbildung der Organe und Gewebe insofern gesprochen, als es sich dabei um ihre organischen Bestandtheile handelte. Allein Gewebe und Organe entstehen nicht ohne Mitwirkung anorganischer Stoffe, und es müssen daher auch bei dem Zerfall

derselben die letzteren betheiligt sein; in der That lehrt die Erfahrung, dass diese anorganischen Salze ebenfalls den Gesetzen des Stoffwechsels unterworfen sind, dass sie nicht nur allein den Gewebsbildnern bei der Entwickelung, sondern auch den Auswurfsstoffen bei der Rückbildung folgen.

Im ungestörten Gleichgewichtszustande des thierischen Organismus tritt eine dem Gehalte der Speisen und des Futters an Alkalien, alkalischen Erden, Eisen, Phosphorsäure und Chlor äquivalente Menge dieser Stoffe wieder aus; denn wäre das nicht der Fall, so müsste eine Anhäufung derselben im Körper und eine Störung des Gleichgewichtszustandes alsbald eintreten. Die Ausscheidung dieser anorganischen Stoffe erfolgt vorzugsweise durch die Nieren und den Darm, allein auch durch den Schleim, die Horngebilde, die Haut werden von der Rückbildung stammende anorganische Stoffe ausgeschieden. Der Harn enthält die löslichen, die Fäces enthalten vorzugsweise die unlöslichen anorganischen Bestandtheile der Nahrung, der Organe und Gewebe. Mit dem Harn treten aber nicht bloss die löslichen anorganischen Producte des Stoffwechsels in der Form aus, wie sie in der Nahrung enthalten sind, sondern dieses Excret enthält auch Salze, die in der zugeführten Nahrung als solche nicht enthalten waren, und die selbst Producte des thierischen Verbrennungsprocesses sind. Bestand die Nahrung aus Brod oder Fleisch, deren Asche nur phosphorsaure Salze enthält, so enthält der Harn die Alkalien, die mit ihm aus dem Körper treten, in der That in Gestalt von phosphorsauren Alkalien. Bestand aber die Nahrung aus Vegetabilien, so enthält der Harn kohlensaure Alkalien, die sich zwar in der Asche der Vegetabilien auch finden, allein in den Vegetabilien selbst nicht enthalten sind. Dieselben enthalten vielmehr pflanzensaure Salze, die bei der Verbrennung nicht allein, sondern die auch im thierischen Verbrennungsprocess in kohlensaure Salze verwandelt werden. — Der Harn enthält ausserdem schwefelsaure Alkalien, die der Organismus nicht als solche zugeführt erhielt. Während des Stoffwechsels wird nämlich der Schwefel der Albuminate und seiner Abkömmlinge zu Schwefelsäure verbrannt, die an Alkalien gebunden mit dem Harn den Körper verlässt. Deshalb bedingt eine an Albuminaten reiche Nahrung immer auch eine Vermehrung der schwefelsauren Salze im Harn.

Das Darmexcret enthält die unassimilirten und unassimilirbaren Ueberreste unserer Speisen, ausserdem aber gewisse Zersetzungsproducte der Galle, Darmsaft, Schleim und überhaupt solche Stoffe, welche in dem Darmcanal secernirt werden. Obgleich auch die Fäces in einer bestimmten Beziehung zu den Vorgängen des Stoffwechsels stehen, so geben sie doch kein Maass für den Stoffwechsel, denn durch sie treten auch Stoffe aus, welche gar nicht Bestandtheile des Blutes und der Gewebe gewesen sind. Darmausscheidung.

Die Hauptorgane für die Ausscheidung der Endproducte des Stoffwechsels sind Lunge, Nieren und Haut. In dem ganzen Gewicht der Maass des Stoffwechsels.

Ausscheidungen beträgt das der Darmausscheidung nur einen kleinen Bruchtheil.

Schliesslich mag hier noch erwähnt werden, dass erhöhte Thätigkeit des Organismus oder einzelner Organe den Zerfall und die Neubildung derselben beschleunigt, sonach die regressive Stoffmetamorphose wesentlich beeinflusst. Durch die Auswurfsstoffe, die der Thierkörper in einer gegebenen Zeit und unter gegebenen Bedingungen entleert, lässt sich die Energie des Stoffwechsels messen. Sie steht dazu in einem geraden Verhältnisse.

Rückbildung der Greise und Kranken.

Von dieser nun geschilderten Rückbildung ist die des Greisenalters wohl zu unterscheiden. Erstere ist unter normalen Bedingungen ein Factor des das erwachsene gesunde Thier charakterisirenden Gleichgewichtszustandes. Einnahmen und Ausgaben halten sich das Gleichgewicht. Letztere, sowie auch die in Krankheiten stattfindende Rückbildung ist eine Folge des **gestörten** Gleichgewichts. Es überwiegen die Ausgaben die Einnahmen, die Rückbildung dauert unter der oxydirenden Wirkung des eingeathmeten Sauerstoffs fort, während das Assimilationsvermögen des Körpers abnimmt, es findet ein Schwinden der Gewebe, und namentlich des organischen Antheils derselben statt.

Rückblick auf den allgemeinen Kreislauf des Stoffs.

Die Hauptmomente des Stoffwechsels lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

Allgemeiner Stoffkreislauf.

Die Pflanzen nehmen in ihrer Nahrung auf:	Die Thiere nehmen in ihrer Nahrung auf:
Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und anorganische Salze, und verwandeln sie durch Synthese und unter **Austritt** von **Sauerstoff** in zahlreiche organische Verbindungen und in die Bestandtheile ihrer Gewebe: **Kohlehydrate, Albuminate, Fette und zahlreiche andere organische Verbindungen.**	**Kohlehydrate, Albuminate, Fette u. anorganische Salze,** und verwandeln sie in die Bestandtheile ihres Leibes, die chemisch davon nicht different sind. Gewebe und Organe gehen unter **Aufnahme** von **Sauerstoff** in immer einfachere Verbindungen über, und es werden die Endproducte ihres Zerfalls: **Kohlensäure, Wasser, Ammoniak,** das **Amid der Kohlensäure** (Harnstoff) und gewisse **Aminsäuren** (Harnsäure, Hippursäure) und **anorganische Salze** durch Lungen, Haut, Nieren und Darm dem Boden und der Luft wiedergegeben.

Die Hauptzüge des Bildes deuten auch nachstehende Gegenüberstellungen an:

Die Pflanze	Das Thier
erzeugt Albuminate	verzehrt Albuminate
erzeugt Fette	verzehrt Fette
erzeugt Kohlehydrate	verzehrt Kohlehydrate
zersetzt die Kohlensäure	erzeugt Kohlensäure
zersetzt Wasser	erzeugt Wasser
zersetzt Ammoniak	erzeugt Ammoniak
entwickelt Sauerstoff	nimmt Sauerstoff auf
und ist ein Reductionsapparat	und ist ein Oxydationsapparat.

Es würde diese Gegenüberstellungen gänzlich missverstehen heissen, wenn man darin ein erschöpfendes Bild und sich gegenseitig absolut Ausschliessendes sehen wollte. Dies ist nicht zulässig. Wenngleich der vorwiegende Charakter des Chemismus im thierischen Leibe der der Oxydation ist, so finden doch auch Reductionsprocesse, wie die Fettbildung und zahlreiche Spaltungsvorgänge, in selbem statt, das Thier verzehrt ferner ausser Albuminaten, Kohlehydraten und Fetten in der Pflanzennahrung organische Säuren, organische Basen, Glucoside und mancherlei andere organische Verbindungen, es verzehrt endlich im Blute und Fleische auch Producte der regressiven Stoffmetamorphose, es erzeugt endlich nicht bloss Kohlensäure, Ammoniak, Wasser etc., welches ja nur die Endproducte des Stoffwechsels sind, sondern auch zahlreiche intermediäre Stoffe. — Andererseits finden in der Pflanze neben Reductionsprocessen auch Spaltungen und Oxydationsvorgänge statt, und es werden ausser den genannten Producten der aufsteigenden allgemeinen Stoffmetamorphose ebenfalls zahlreiche intermediäre Producte gebildet, die nicht in den Rahmen der obigen Skizze aufgenommen sind. Allein wer nicht über dem Detail allen Sinn für allgemeinere Anschauung verloren hat, wer sich den Grundton des Bildes und die charakteristischen Contouren desselben für die Beurtheilung im Ganzen eigen machen will, der wird in dem Obigen das Material dazu finden, er wird dann nicht dem Beschauer eines Portraits gleichen, der über dem Zählen der Haare, Warzen und Falten die Fähigkeit verliert, sich die Eigenartigkeit der allgemeinen Züge einzuprägen.

Und somit wären wir denn mit der Skizzirung des allgemeinen Kreislaufs der Materie zu Ende. Auch hier gestaltet sich die Natur erhaben in ihrer Einfachheit. So erhaben aber auch das aufgerollte Bild, so konnte es doch dem Schicksale nicht entgehen, zur Carricatur verzerrt zu werden.

Wir ziehen aus den geschilderten Verhältnissen zunächst den allgemeinen Schluss, dass Thier und Pflanze, Luft und Boden sich gegenseitig bedingen.

Literatur zu diesem Abschnitte: Liebig: Chemische Briefe 2te Aufl. Bd. II. — Moleschott: Kreislauf des Lebens 2te Aufl. 1855. — Mulder: Vers. einer allgem. physiologischen Chemie 1844. — Rochleder: Phytochemie 1858.

Zweiter Abschnitt.

Von den chemischen Bestandtheilen des Thierkörpers.

Einleitung.

Indem wir es unternehmen, in diesem Abschnitte das Wichtigste von den Eigenschaften, dem Vorkommen und der physiologischen Bedeutung der chemischen Bestandtheile des Thierkörpers mitzutheilen, würde es dem Zwecke dieses Buches wenig angemessen erscheinen, wenn wir die hier abzuhandelnden chemischen Verbindungen in der allgemeinen chemischen Systematik entlehnte Gruppen zusammenfassen wollten, aber es wäre ebenso wenig passend, sie ohne irgend ein Eintheilungsprincip abzuhandeln. Vielmehr muss ein physiologisches Eintheilungsprincip gefunden werden, denn wir haben es hier nicht mit chemischen Verbindungen als solchen, sondern wir haben es mit ihnen nur insofern zu thun, als sie Bestandtheile des thierischen Organismus sind.

Es lässt sich nun aber nicht leugnen, dass ein consequent und ins Einzelne durchgeführtes physiologisches Princip gegenwärtig noch nicht möglich ist, weil ein solches voraussetzen muss, dass die physiologische Rolle aller chemischen Bestandtheile des Thierkörpers bekannt sei, und es bedarf wohl kaum noch besonderer Erwähnung, dass wir von diesem Ziele noch weit entfernt sind. Erst wenn wir die Stellung jedes einzelnen Bestandtheils des thierischen Organismus in der Kette des Stoffumsatzes richtig erkannt haben werden, wird eine wahrhaft physiologisch-chemische Systematik möglich sein; bis dahin müssen wir uns an den allgemeinsten Umrissen einer solchen genügen lassen.

Wir glauben ausserdem hier erwähnen zu sollen, dass wir von allgemeinen chemischen Theorien in diesem Abschnitte nichts aufgenommen haben. Insofern dieselben überhaupt für die physiologische Chemie von Bedeutung sind, müssen wir sie als bekannt voraussetzen. Ohne ihre Kenntniss ist überhaupt jedes nähere Eingehen auf die im Thierkörper stattfindenden chemischen Vorgänge unmöglich, denn die physiologische

Chemie ist ja eben nur eine Anwendung der allgemeinen chemischen Wirkungsgesetze und Theorien auf die im Thierkörper stattfindenden stofflichen Vorgänge.

Auch die Eigenschaften der im Thierkörper vorkommenden chemischen Verbindungen sollten strenge genommen als bekannt vorausgesetzt werden, denn auch sie werden in jedem Lehrbuche der anorganischen und organischen Chemie beschrieben. Wir haben sie desshalb auch möglichst kurz und nur das für unseren Zweck Wichtigste hervorhebend, gleichsam recapitulirend abgehandelt, dagegen die Mittel zu ihrer Erkennung im Organismus ausführlicher angegeben, da diese in den Lehrbüchern der allgemeinen theoretischen Chemie nicht angegeben werden können, sondern vielmehr gerade hier erörtert werden müssen.

Eintheilung der chemischen Bestandtheile des Thierorganismus nach ihrer Stellung im Stoffwechsel.

Ohne auf unser Eintheilungsprincip einen besonderen Werth zu legen, und ohne uns zu verhehlen, dass es weit davon entfernt ist, den Ansprüchen an ein wirklich physiologisches System vollkommen zu entsprechen, glauben wir doch, dass es vor einer chemischen Systematik und vor einer gänzlichen Verzichtleistung auf jedes System einen Vorzug besitzt: den, Anhaltspunkte für den physiologischen Werth zu geben; doch wollen wir dabei nicht verschweigen, dass man sich dieser Anhaltspunkte nur mit Vorsicht bedienen darf, und zwar hauptsächlich desshalb, weil die Gruppen keineswegs überall scharf abgegrenzte sind, und einzelne Stoffe verschiedenen Gruppen gleichzeitig beigezählt werden können, während bei anderen die dadurch beanspruchte physiologische Stellung eine mehr oder weniger hypothetische ist.

Wir werden die chemischen Bestandtheile des Thierkörpers nach ihrer mehr oder weniger genau erkannten Stellung im Stoffwechsel abhandeln, und wenn wir von diesem Standpunkte ausgehen, so zerfallen sie zunächst in drei Hauptgruppen. Die

I. Gruppe umfasst diejenigen chemischen Bestandtheile des Thierkörpers, die als solche fertig gebildet von aussen aufgenommen werden, und die mit wenigen Ausnahmen auch als solche aus dem Körper wieder ausgeschieden werden: Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers. Die

II. Gruppe begreift diejenigen Stoffe in sich, die, wenn auch zum Theil dem Organismus bereits fertig gebildet zugeführt, um zu Theilen des Organismus zu werden, einer vorgängigen Assimilation, bestehend in molekularen Umlagerungen, oder wenig tiefgreifenden chemischen Metamorphosen bedürfen, und die als solche im normalen Zustande des Organismus nur in seltenen Ausnahmefällen aus dem Körper ausgeschieden werden: Gewebsbildner.

III. Gruppe. Stoffe, deren Bildung im Organismus selbst erfolgt und zwar durch Desassimilation, d. h. durch secretbildende Processe, oder den Zerfall der Gewebe und Organe: Producte der re-

gressiven Stoffmetamorphose im engeren und weiteren Sinne. Sie werden aus dem Organismus als solche, oder nachdem sie zu den Endproducten verbrannt sind, ausgeschieden.

Erste Gruppe.

Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers.

Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers.

Die anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers werden demselben zum grössten Theile bereits fertig gebildet zugeführt, und verlassen den Körper auch meist in derselben Form, in der sie ihn betreten haben. Die bemerkenswertheste Ausnahme machen die zum grössten Theil erst im Organismus gebildete Kohlensäure, das von der Oxydation des Wasserstoffs der organischen Bestandtheile stammende Wasser, und die Schwefelsäure der hauptsächlich durch den Harn ausgeschiedenen schwefelsauren Salze, die zum Theil von dem Schwefel der Albuminate stammt. Die anorganischen Körperbestandtheile sind demselben sonach keineswegs eigenthümlich, sondern finden sich auch in der unbelebten Natur und im Pflanzenreiche. Sie stammen, wie bereits im vorigen Abschnitte auseinandergesetzt wurde, von dem Boden, und gehen aus diesem in die Pflanzen und von letzeren in die Thiere über.

Vorkommen.

Sie finden sich im Allgemeinen in allen thierischen Flüssigkeiten und Geweben, doch mit Ausnahme der Knochen und Zähne in vorwiegender Menge in ersteren. Einige kommen in allen Geweben und thierischen Flüssigkeiten vor, wie z. B. Wasser und Kochsalz, während andere, wie z. B. die Respirationsgase, auf gewisse Organe beschränkt sind.

Das Gesammtgewicht der anorganischen Körperbestandtheile, das Wasser natürlich mit eingeschlossen, überwiegt jenes der organischen Stoffe.

Die anorganischen Bestandtheile thierischer Organismen sind folgende:

I. Wasser.

II. Gase:

Sauerstoffgas.
Wasserstoffgas.
Stickstoffgas.
Kohlensäuregas.
Sumpfgas.
Schwefelwasserstoffgas.

III. Salze:

Chlornatrium.
Chlorkalium.
Chlorammonium.
Fluorcalcium.
Kohlensaures Natron.
Kohlensaures Kali.
Kohlensaures Ammoniak.
Kohlensaurer Kalk.
Kohlensaure Bittererde.
Phosphorsaures Natron.
Phosphorsaures Kali.
Phosphorsaurer Kalk.
Phosphorsaure Bittererde.
Phosphorsaure Ammoniak-Bittererde.
Phosphorsaures Natron-Ammoniak.
Schwefelsaure Alkalien.
Schwefelsaurer Kalk.

IV. Freie Säuren:

Chlorwasserstoffsäure. Kieselsäure.
Schwefelsäure.

V. Elemente, deren Verbindungsform nicht mit Sicherheit ermittelt ist:

Eisen. Kupfer.
Mangan. Blei.

Von diesen angeführten Stoffen sind einige, wie Sumpfgas, Schwefelwasserstoffgas, kohlensaures Ammoniak, Kupfer und Blei, als mehr zufällige oder nicht normale Bestandtheile des Thierorganismus zu betrachten, während die Schwefelsäure als freie Säure erst einmal in einem Secrete wirbelloser Thiere nachgewiesen wurde.

Aggregatzustand.

Was die oben aufgeführten Salze betrifft, so finden sie sich zum grossen Theil in Lösung, andere dagegen sind in fester Form abgelagert, und einzelne kommen auch wohl krystallisirt vor.

Auch die gasförmigen Bestandtheile sind unter gewissen Umständen im Körper in Flüssigkeiten gelöst. Aber kein anorganischer Bestandtheil des thierischen Organismus ist während der ganzen Lebensdauer in fester Form, sei es amorph oder krystallisirt, abgelagert; es ist vielmehr ein allgemeines Gesetz, dass die anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers einem beständigen Wechsel des Aggregatzustandes unterworfen sind; denn die in Lösung aufgenommenen werden erst im Organismus als Bestandtheile von Geweben fest abgelagert, müssen aber bei dem Zerfall der letzteren, um den Körper verlassen zu können, wieder flüssig werden. Das allgemeine Auflösungsmittel für alle diese Stoffe ist das Wasser, allein diese Auflösung wird in vielen Fällen durch die Gegenwart anderer gelöster Stoffe bedingt, so dass im Körper Stoffe aufgelöst vorkommen, die ausserhalb des Organismus sich in reinem Wasser nicht auflösen. Die Alkalien, die Chlormetalle, die kohlensauren Alkalien und freie Kohlensäure spielen in dieser Beziehung eine sehr bedeutsame Rolle.

Chemisches Verhalten.

Das chemische Verhalten der anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers ist im Allgemeinen dasselbe, welches sie auch ausserhalb des Organismus zeigen, doch wird selbes durch die complexe Natur der Stoffe, welche sie begleiten, mehr oder weniger wesentlich modificirt. So werden, wenn man den galvanischen Strom durch ein thierisches Gewebe leitet, die Chlorüre und Sulfate allerdings auch zersetzt, allein statt frei zu werden, übertragen sich die Säuren und die Basen auf die gleichzeitig vorhandenen organischen Stoffe und bewirken chemische Veränderung, Coagulation, Auflösung oder Zersetzung derselben.

Nur selten aber zeigen die gelösten anorganischen Bestandtheile des Organismus ihre chemischen Reactionen in der Reinheit wie ausserhalb desselben in einfachen Lösungen; die anorganischen Bestandtheile des

Harns zwar lassen sich auf gewöhnliche Weise durch chemische Reactionen nachweisen, nicht aber die Salze des Blutes und anderer Ernährungsflüssigkeiten, wobei nicht nur die störende Gegenwart anderer Stoffe, sondern auch wohl der Umstand in Rechnung kommt, dass viele davon wahrscheinlich an organische Stoffe in uns bis jetzt noch nicht näher bekannter Weise gebunden sind.

Physiologische Bedeutung.

Was die physiologische Bedeutung der anorganischen Körperbestandtheile anlangt, so ist vor Allem zu erwähnen, dass sie eine nur theilweise gekannte, aber insofern sie überhaupt gekannt ist, eine sehr wichtige ist. Ganz abgesehen von den Respirationsgasen und ihrer Rolle im Lebensprocess, sind anorganische Bestandtheile zur Bildung jedes Gewebes unentbehrlich, ja einzelne Gewebe, wie z. B. das Knochengewebe, verdanken ihren anorganischen Bestandtheilen geradezu ihren eigenthümlichen Typus. Ueberhaupt aber wo Organisation, wo Zellenbildung stattfindet, da müssen nothwendigerweise gewisse anorganische Salze mitwirken. Keine Elementarzelle kann sich ohne gewisse anorganische Salze bilden. So ist z. B. der phosphorsaure Kalk nicht allein unentbehrlich für die Entwickelung des Knochengewebes, sondern er ist auch ein unzertrennlicher Begleiter aller histogenetischen Stoffe, z. B. der Albuminate. So sprechen zahlreiche Thatsachen dafür, dass das Chlornatrium eine für die Zellenbildung sehr wesentliche Substanz ist u. s. w., und es erklärt sich hieraus zur Genüge, warum der Ernährungswerth aller wesentlichen organischen gewebsbildenden Verbindungen gleich Null ist, wenn sie dem Organismus mit Ausschluss der anorganischen Salze dargeboten werden.

Ausscheidung.

Alle anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers werden wieder aus dem Organismus entfernt, und zwar meist in derselben Form. Der freie Sauerstoff tritt zum Theil nicht mehr als solcher, sondern in der Form von Wasser und Kohlensäure wieder aus. Diejenigen anorganischen Stoffe, welche in Folge von pathologischen Veränderungen sich im Organismus selbst in fester Form ausscheiden, müssen wie alle festen Stoffe überhaupt vor ihrem Austritte wieder flüssig werden; geschieht dies nicht, so geben sie Veranlassung zur Bildung von Concretionen, Incrustationen, Ossificationen u. s. w.

Die Ausscheidung der anorganischen Körperbestandtheile erfolgt durch Haut, Lunge, Nieren und Darm. Während durch Haut und Lungen vorzugsweise die Gase austreten, werden die Salze durch Nieren und Darm, in grösster Menge aber durch erstere ausgeschieden, durch den Darm aber treten auch gewisse Gase, durch Zersetzungsvorgänge innerhalb des Darms erzeugt, nach aussen. Bei dem Embryo sind die Ausscheidungen sehr gering, das Aufgenommene wird hier grösstentheils zum Aufbau der Gewebe verwendet. Auch bei dem Greise werden die Ausscheidungen der anorganischen Stoffe gehemmt, und daher die zu Concretionen, Ossificationen und dergleichen Veranlassung gebende Anhäufung derselben im Blute.

Die Zusammensetzung der Asche gestattet keinen vollgültigen Rückschluss auf die Verbindungsform der anorganischen Stoffe im Organismus.

Wir dürfen aber am Schlusse dieser allgemeinen Auseinandersetzungen nicht verschweigen, dass die Zusammensetzung der Asche, d. h. des Verbrennungsrückstandes eines Organs oder einer thierischen Flüssigkeit keineswegs einen vollgültigen Schluss erlaubt auf die Verbindungsformen der anorganischen feuerbeständigen Stoffe in der ursprünglichen organischen Substanz. Unter dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffs, unter der reducirenden Einwirkung der Kohle können Oxydationen und Reductionen stattfinden, können sich auch gewisse Verbindungen in anderer Weise gruppiren, können sich endlich andere Stoffe verflüchtigen. So finden wir organischsaure Salze in der Asche als kohlensaure wieder, und es ist daher in der Asche nachgewiesenes kohlensaures Alkali keineswegs immer als solches in der unzerstörten Substanz enthalten, der Schwefel der Albuminate und Albuminoide verwandelt sich in schwefelsaure Salze, der Phosphor der phosphorhaltigen Gehirnfette findet sich in der Asche des Gehirns in der Gestalt von phosphorsauren Salzen, Ammoniaksalze finden wir in der Asche ihrer Flüchtigkeit halber gar nicht, dreibasisch-phosphorsaure Salze können sich in zweibasische, zweibasische in einbasische verwandeln, schwefelsaure und phosphorsaure Verbindungen können durch die reducirende Einwirkung der Kohle zum Theil in Schwefel- und Phosphormetalle verwandelt werden, Chlormetalle können sich zum Theil bei unzweckmässig geleiteter Einäscherung verflüchtigen u. s. w.

a. Im Thierorganismus vorkommende Gase.

Sauerstoffgas: O.

Farbloses, geschmack- und geruchloses permanentes Gas von 1,056 specif. Gew., die Verbrennung der Körper unterhaltend; im reinen Gase brennen sie mit erhöhtem Glanze. In Gasgemengen erkannt und vom Stickoxydulgase unterschieden durch die Eigenschaft, mit Stickoxydgas rothgelbe Dämpfe von Untersalpetersäure zu geben. Mit Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffen gemengt explodirend. Von Wasser wenig absorbirt. Absorptionscoëfficient 0,041.

Vorkommen.

Vorkommen: Mit anderen Gasen gemengt, findet sich Sauerstoffgas in allen lufthaltigen Räumen des Leibes, und ausserdem in verschiedenen Flüssigkeiten desselben. Gasförmig vor Allem im Lungenparenchym und den Bronchialverzweigungen, ausserdem wohl auch in den Gasgemengen des Darmcanals, gelöst dagegen im Blute und zwar im arteriellen und venösen und anderen thierischen Flüssigkeiten.

Mengenverhältnisse. Die Menge des im Körper enthaltenen Sauerstoffs wird zu 223 bis 233 CC. oder dem Gewichte nach zu 5,02 bis 5,15 Grm. angegeben. Allein diese Angaben sind von geringem oder gar keinem Werthe, denn abgesehen davon, dass nicht aller Sauerstoff sich im Organismus gasförmig vorfindet, vielmehr ein nicht unbeträcht-

licher Theil desselben gelöst ist, müssen auch diese Mengenverhältnisse je nach den individuellen Verschiedenheiten, dem Umfang des Thorax, der Wegsamkeit des Lungenparenchyms u. s. w. sehr erheblichen Schwankungen unterworfen sein.

Genauere Bestimmungen liegen vor in Bezug auf den Gehalt des Blutes an Sauerstoff und sein Verhältniss zu den anderen Blutgasen.

Zustände des Sauerstoffs im Organismus.

Zustände des Sauerstoffs im Organismus. Für die physiologische Function des Sauerstoffs ist die Frage, in welchem Zustande er sich im Organismus vorfindet, von hoher Bedeutung. Während darüber, in welchem Zustande der Sauerstoff mit den Respirationsgasen in die Luftwege gelangt, ein Zweifel nicht wohl bestehen kann, waren die Ansichten darüber, wie der Sauerstoff im Blute aufgelöst ist, bis vor Kurzem getheilt. Der bei weitem grössere Theil der Physiologen nahm an, dass der Sauerstoff ganz einfach den Absorptionsgesetzen für Gase folgend im Blute absorbirt sei, während andere auch eine gewisse chemische Attraction für diesen Vorgang beanspruchen zu müssen glaubten, unter ihnen Liebig. Mit grosser Sorgfalt angestellte Versuche (Magnus, L. Meyer) haben aber den Nachweis geliefert, dass die Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut nur zum geringsten Theile vom Drucke dieses Gases, unter dem es mit dem Blute in Berührung kommt, abhängig erscheint, sondern dass dieselbe vielmehr durch eine wenngleich schwache chemische Attraction bewirkt wird. Der Nachweis hierfür wurde von L. Meyer durch Absorptionsversuche geliefert, die zeigten, dass die absorbirten Sauerstoffmengen, auch wenn der Druck sehr erheblichen Schwankungen unterworfen war, sich nahezu gleich blieben. 1 Volum defibrinirtes gasfreies Blut nahm aus reinem Sauerstoffgase bei 21,5° C. 0,092 bis 0,095 Vol. dieses Gases auf, wenn der Druck dieses Gases auch zwischen 0,835 und 0,587 m. schwankte. Würde das Blut den Sauerstoff einfach durch Absorption aufnehmen, so müssten *caeteris paribus* die aufgenommenen Volumina dem Drucke proportional sein. Aus den Versuchen von L. Meyer ergiebt sich aber weiter, dass mit dem Wassergehalte des Blutes, sonach wahrscheinlich mit der relativen Abnahme des den Sauerstoff anziehenden Bestandtheiles des Blutes, die vom Drucke unabhängige Quantität des aufgenommenen Sauerstoffs abnimmt, die einfach absorbirte dagegen zunimmt. Diese Annahme stützt sich darauf, dass das Wasser des Blutes in der That einen Gasabsorbenten darstellt, und darauf, dass nach angestellten Versuchen mit Wasser verdünntes Blut in der That Sauerstoff auch einfach absorbirt, obgleich es ausserdem noch immer die Volumensmenge von Sauerstoff bindet, die das unvermischte Blut für sich durch chemische Attraction aufnehmen würde.

Die Aufnahme des Sauerstoffs ins Blut erfolgt nur zum geringsten Theile durch einfache Absorption, zum grössten Theile aber in Folge einer chemischen Anziehung.

Demnach würde der grösste Theil des im Blute enthaltenen Sauerstoffs, im Blute, wenngleich lose, immerhin aber, in einer bisher freilich

noch nicht weiter aufgehellten Weise gebunden und nur ein sehr geringer Antheil desselben einfach absorbirt sein, wofür übrigens auch die von W. Müller angestellten Versuche sprechen. Diese Versuche zeigen, dass der Sauerstoff bis auf geringe Spuren aus abgesperrter Athmungsluft durch das lebende Blut entfernt werden kann, und zwar so rasch, dass hier an eine chemische Anziehung von vornherein gedacht werden muss, und was die letztere Annahme bestätigt, ist die ebenfalls von W. Müller beobachtete Thatsache, dass, wenn man ein Thier nach vorheriger möglichst vollständiger Entfernung des in der Lunge vorhandenen und des im Blute absorbirten Stickstoffs in einem geschlossenen Raume athmen lässt, welcher reinen Sauerstoff enthält, allmählich das ganze Luftvolumen von dem Thiere verzehrt wird. Während demnach bei derartigen Versuchen der Sauerstoff trotz seines stetig abnehmenden Partiardruckes bis zum letzten Rest durch chemische Affinität von dem Blute angezogen wird, überwindet die Kohlensäure der Ausathmungsluft in Folge ihres durch die fortdauernde Neubildung stetig gesteigerten Partiardruckes im Athmungsraume den im Blute vorhandenen, und tritt daher auf dem Wege der einfachen Absorption in das Blut über. Erscheint demnach eine gewisse chemische Anziehung bei der Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut unzweifelhaft thätig, so entsteht nun zunächst die Frage, ob das Gesammtblut als solches oder ein bestimmter Bestandtheil desselben diese Anziehung ausübt. Die über diese Frage angestellten Untersuchungen lassen das letztere als unzweifelhaft erscheinen, und zwar sind es die Blutkörperchen, denen diese Function zukommt.

Die die Sauerstoffaufnahme ins Blut vermittelnden Organe sind die Blutkörperchen.

Dafür sprechen folgende Thatsachen: Schon Berzelius hat beobachtet, dass Blutserum sehr wenig Sauerstoff absorbirt, während wenn blutkörperchenhaltiges Serum zu dem Versuche angewendet wird, eine beträchtlichere Sauerstoffabsorption stattfindet. Damit in Uebereinstimmung fanden J. Davy, Nasse und Magnus, dass die Volumeneinheit eines Gemenges von Blutkörperchen und Serum (defibrinirtes Blut) mehr Sauerstoff zu absorbiren vermag, wie die eines blutkörperchenfreien Serums, und Fernet, der diese Verhältnisse eingehender untersuchte, fand, dass Blut fünfmal so viel Sauerstoff absorbirt als das Serum bei gewöhnlichem Druck. Da nun der Sauerstoffdruck der atmosphärischen Luft nur $^1/_5$ Atmosphäre beträgt, und daher das vom Blute aufgenommene Sauerstoffvolumen nicht über $^1/_5$ desjenigen betragen kann, welches aufgenommen würde, wenn man reinen Sauerstoff athmete, so muss beim Athmen das 25fache Volumen von jenem aufgenommen werden, welches der flüssige Theil des Blutes durch einfache Absorption aufnimmt. Giebt man nun überdies zu, dass die geringe Menge Faserstoff, die im Blute enthalten ist, bei der Absorption nicht wesentlich betheiligt sein kann, so bleiben in der That nur die Blutzellen übrig, und hat man diese als die Sauerstoffaufnahme vermittelnde Organe zu betrachten. Für diese Annahme spricht endlich auch noch die eigenthümliche Veränderung, welche

die Blutkörperchen durch Sauerstoff erfahren, in Folge deren die kirschrothe Farbe des Blutes in eine hellrothe übergeht. Obgleich diese Erscheinung noch manches Unaufgeklärte darbietet, so ist doch so viel gewiss, dass die Blutzellen dabei die Hauptrolle spielen, und dass nicht die blosse Abwesenheit von Kohlensäure, sondern in der That der aufgenommene Sauerstoff dieselbe hervorruft. Wären aber auch alle diese Thatsachen nicht bekannt, so würde schon das merkwürdige Verhalten der Blutkörperchen gegen Ozonträger auf eine nahe Beziehung dieser Elementarzellen zum Sauerstoffe hinweisen.

Es entsteht aber nun weiterhin die Frage, ob der in Folge einer chemischen Anziehung vom Blute und zwar von den Blutzellen aufgenommene Sauerstoff im gewöhnlichen Sinne chemisch gebunden ist, oder ob man für den Zustand desselben sich nach anderen Analogien umsehen muss. An eine wirklich chemische Bindung im gewöhnlichen Sinne ist aber kaum zu denken, denn der von dem Blute aufgenommene Sauerstoff lässt sich mittelst der Luftpumpe unter Mitwirkung einer der Blutwärme nahen Temperatur fast vollständig austreiben, ebenso durch einen Strom eines anderen Gases. Andererseits ist es allerdings auffallend, dass nach den Beobachtungen von L. Meyer ein Zusatz von Weinsäure zum Blut die Wirkung hat, dass nun nur ein Theil des vom Blute aufgenommenen Sauerstoffs, und zwar der bei weitem geringere Theil durch Kochen ausgetrieben werden kann. Wenn man aber das ganze Verhalten des Sauerstoffs im Organismus ins Auge fasst, und berücksichtigt, dass er dazu bestimmt ist, die grossartigsten Oxydationswirkungen zu veranlassen, und dass diese Oxydationen im Körper bei einer Temperatur vor sich gehen, bei welcher sich der gewöhnliche Sauerstoff ausserhalb des Organismus meist inactiv verhält, — wenn man sich daran erinnert, dass Terpentinöl eine beträchtliche Menge Sauerstoff aufzunehmen vermag, der, obgleich mit ausserordentlich potenzirten Affinitäten begabt, doch nicht sofort sich mit dem Terpentinöl selbst verbindet, — der vielmehr, wie Schönbein den Zustand passend nennt, um ihn von einer gewöhnlichen chemischen Vereinigung zu unterscheiden, mit ihm nur vergesellschaftet ist, — wenn man sich das ähnliche Verhalten aller sogenannten Ozonträger, und namentlich auch die „sauerstoffverdichtende" Kraft des Platinmohrs vergegenwärtigt, so wird man um Analogien für den wahrscheinlichen Zustand des Sauerstoffs im Blute nicht länger verlegen sein. Nach den bisher gewonnenen Anhaltspunkten müssen wir es für wahrscheinlich halten, dass der Sauerstoff sich im Blute und den Blutkörperchen in einem ähnlichen Zustande befindet, wie in dem Terpentinöl oder dem Platinmohr, d. h. zwar mit einer gewissen Kraft zurückgehalten, aber doch verfügbar, und zwar mit potenzirten Affinitäten für die im Organismus erfolgenden Oxydationsprocesse verfügbar. Die wichtige Thatsache, dass die Blutkörperchen die Uebertragung des im Terpentinöl, dem Bittermandelöl, dem ozonisirten Aether enthaltenen Sauerstoffs auf oxydable Körper

Der Sauerstoff ist im Blute und den Blutkörperchen wahrscheinlich in einem ähnlichen Zustande enthalten wie im ozonisirten Terpentinöl und anderen Ozonträgern.

wie Guaiaktinctur oder Jodkalium mit grosser Energie vermitteln, beweist in physiologischer Beziehung jedenfalls so viel, dass die Blutkörperchen nicht nur allein eine eigenthümliche Anziehung zum Sauerstoff besitzen, sondern dass sie Oxydationswirkungen vermitteln können, die ohne sie oder ähnlich wirkende Körper nicht erfolgen. Eine weitere Uebereinstimmung des Verhaltens des vom Blute und des von Ozonträgern aufgenommenen Sauerstoffs liegt darin, dass bei dem Einleiten von Sauerstoffgas in Blut eine nachweisbare chemische Veränderung der Blutbestandtheile nicht stattfindet, und dass nach übereinstimmenden Beobachtungen von Marchand, Meyer und Fernet dabei keine Kohlensäure gebildet wird, auch dann nicht, wenn der Sauerstoff im Blute durch Zusatz von Weinsäure so fest gebunden wird, dass er auf physikalischem Wege nicht wieder abgeschieden werden kann.

Nach Allem diesem erscheint die Frage, in welchem Zustande der Sauerstoff von den Blutkörperchen aufgenommen wird, zwar nicht definitiv erledigt, aber muss man es mindestens als wahrscheinlich gelten lassen, dass der Sauerstoff ins Blut in Folge einer eigenthümlichen Attraction der Blutkörperchen tretend, in diesen in einem ähnlichen Zustande als wenigstens zum Theil activer oder ozonisirter Sauerstoff enthalten ist, wie im Terpentinöl und anderen Ozonträgern, und dass er von ihnen auf andere Körper erst wirklich chemisch übertragen wird, und damit erst seine eigentlich chemischen Wirkungen entfaltet.

Ursprung des im Thierorganismus vorkommenden freien Sauerstoffs.

Ursprung des Sauerstoffs des Thierkörpers. Aller im Organismus vorkommende Sauerstoff stammt von der atmosphärischen Luft. Die Haupteingangspforte für ihn sind die Lungen, doch werden auch von der Haut geringe Mengen aufgenommen. Aus der Lunge gelangt er in das Blut. In diesem giebt die atmosphärische Luft 4 bis 6 Proc. ihres Sauerstoffs ab, die als solche nicht mehr in die Luft zurückkehren. Für dieses im Körper verwendete Sauerstoffvolumen wird ein nahezu gleiches Volumen Kohlensäure ausgeschieden, so dass das Gesammtvolumen der ausgeathmeten Luft dem der eingeathmeten nahezu gleich ist, die Differenz beträgt etwa $^1/_5$, und es ist das Volumen der ausgeathmeten Luft ein wenig kleiner, wie das der eingeathmeten. Durch die Nahrungsmittel, die Getränke und durch den Speichel gelangen geringe Mengen von Luft und somit von Sauerstoff in den Magen und Darmcanal, und es sind wohl die hier aufgefundenen Mengen dieses Gases, die übrigens keineswegs constant sind, ausschliesslich auf diesen Ursprung zurückzuführen; wenigstens fehlen für anderen Ursprung desselben alle positiven Anhaltspunkte.

Austritt des Sauerstoffs.

Austritt des Sauerstoffs. Nur ein Theil des in den Körper aufgenommenen Sauerstoffs tritt in der Exspirationsluft als solcher wieder aus; ein anderer geht im Thierkörper zahlreiche chemische Verbindungen ein, deren sauerstoffreichste Glieder der Rückbildung angehören, und

deren Endproducte zum grössten Theil in der Form von Kohlensäure und Wasser den Körper verlassen. In Uebereinstimmung mit den weiter oben erörterten Thatsachen haben wir aber die Kohlensäurebildung nicht unmittelbar schon im Blute erfolgend uns zu denken, sondern als eines der Endglieder einer längeren Reihe von Umsetzungen anzusehen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Indem wir bereits im vorhergehenden Abschnitte den Chemismus des Thierorganismus vorwaltend als den eines Oxydationsprocesses erörtert haben, erscheint es unnöthig, bei der Erörterung der Frage nach der physiologischen Bedeutung des Sauerstoffs ins Breite zu gehen, um so unnöthiger, als wir im ganzen Verlaufe dieses Werkes und namentlich beim Respirationsprocesse immer wieder darauf zurückkommen müssen. Seine Functionen beruhen in seiner chemischen Affinität zu den organischen Bestandtheilen des Thierkörpers, der zufolge er die ursprünglich sauerstoffarmen Bestandtheile des Thierkörpers in sauerstoffreiche überführt. Durch diesen Vorgang aber werden eine Menge Spannkräfte in freie (lebendige) Kräfte verwandelt, welche auf verschiedene Art die Bewegungserscheinungen des Lebens bedingen, und es wird dadurch unter Anderem auch die thierische Wärme: die von der Aussenwelt unabhängige Temperatur des Thierkörpers vermittelt. Der Sauerstoff ist demnach einer der wesentlichsten Factoren des Lebensprocesses.

Bei den Oxydationsvorgängen im Thierkörper ist vor Allem ins Auge zu fassen, dass sie bei einer Temperatur vor sich gehen, die nicht entfernt im Stande wäre, dieselben ausserhalb des Organismus hervorzurufen, und dass diese Oxydationsvorgänge auch häufig qualitativ verschieden von denjenigen sind, die die organischen Bestandtheile des Thierkörpers ausserhalb des Organismus unter Mitwirkung hoher Temperaturen darbieten. Wenn dieses nicht für die Endproducte der Verbrennung gilt, die in beiden Fällen: bei der eigentlichen Verbrennung und bei dem thierischen Verbrennungsprocess, die gleichen sind, so gilt es um so mehr für die Zwischenproducte. Es müssen im Organismus selbst liegende Bedingungen sein, welche diese Verschiedenheit veranlassen, und es muss der Sauerstoff, indem er in selben eintritt, in eine Wechselwirkung mit dem Blute treten, in Folge deren seine Affinität gesteigert wird. Wenn es nun gleich bisher noch nicht gelungen ist nachzuweisen, dass der Sauerstoff im Blute „ozonisirt“ wird, so ist es doch nicht ohne Bedeutung, dass Ozonsauerstoff, auf organische Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur einwirkend, Oxydationswirkungen hervorruft, die den im Organismus erfolgenden nicht selten analog sind.

Ueber den Heerd, an welchem die Oxydation der Bestandtheile des Organismus durch den eingeathmeten Sauerstoff beginnt, hat man vielerlei Meinungen ausgesprochen, ohne dadurch der Erledigung der Sache um

Vieles näher zu rücken. Die Einen verlegen die erste Einwirkung in das Blut, und zwar soll dieselbe sogleich schon beim Eintritt des Sauerstoffs in selbes erfolgen, während Andere meinen, die Einwirkung beginne erst beim Uebergange der Blutbestandtheile in die Gewebe. Es ist klar, dass die Oxydation ebensowohl im Blute wie in den Geweben stattfinden kann, allein wenn es sich nicht um Ansichten, sondern um Ueberzeugungen handelt, so muss man gestehen, dass ein Material, um zu letzteren zu gelangen, bisher noch fehlt. Eines aber ist gewiss, und weiter oben auch schon hervorgehoben, dass die Kohlensäure, welche sich im Blute findet und welche wir ausathmen, kein unmittelbares Verbrennungsproduct der Blutbestandtheile, sondern nur das Endglied einer Reihe intermediärer Oxydations- und chemischer Processe überhaupt ist.

Physiologische Folgerungen.

Es ist aber hier der Ort, aus den geschilderten Zuständen des Sauerstoffs im Organismus einige wichtige physiologische Folgerungen zu ziehen. Es ist vor Allem die Unabhängigkeit der Sauerstoffaufnahme von den Gesetzen der einfachen Gasabsorption und mithin vom Drucke, welche mehrere sonst unerklärliche Erscheinungen als Folgen dieser Unabhängigkeit erscheinen lässt. So die von Regnault und Reiset beobachtete Thatsache, dass eine Vermehrung des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft um das Zwei- bis Dreifache den Respirationsprocess in keiner Weise beeinträchtigt, weil eben die Blutkörperchen eine nicht vom Drucke, sondern von einer eigenthümlichen Attraction abhängige gleiche Menge von Sauerstoff binden. Aus demselben Grunde ist auch eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft bis zu einer gewissen Grenze ohne Einfluss, weil auch in diesem Falle das Blut so viel Sauerstoff zurückhält, als es nöthig hat, wobei jedoch vorausgesetzt wird, dass der Kohlensäuregehalt der Luft nicht zu bedeutend ist. Ist letzteres der Fall, so wird dadurch allerdings die Sauerstoffabsorption beeinträchtigt, weil dann die nach den einfachen Gesetzen der Absorption aufgenommene Kohlensäure das Uebergewicht erhält. Lässt man aber Thiere in einer Luft athmen, die 17 bis 20 Proc. Kohlensäure, zugleich aber $1^1/_2$ bis 2 mal so viel Sauerstoff wie gewöhnliche Luft enthält, so gleicht sich Alles wieder aus, und die Respiration geht ungehindert von statten (Regnault und Reiset, Legallois). Auch in einer stickstofffreien oder stickstoffarmen Luft geht, vorausgesetzt, dass es nicht an Sauerstoff fehlt, die Respiration ungehindert von statten. Nach den Versuchen von W. Müller ist eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft bis um $^1/_3$ ihres Normalgehaltes ohne wesentlichen Einfluss auf den Respirationsprocess. Ueber diese Grenze hinaus aber zeigen sich Störungen, die bei einem Gehalte von 4 bis 5 Proc. schon ziemlich eingreifend sind, bei einem Heruntergehen unter 3 Proc. aber den Tod veranlassen.

Alle diese Thatsachen aber erklären vollständig, warum der Respirationsprocess in grossen Höhen, wie z.B. in einer solchen von 12000

bis 12600 Fuss über der Meeresfläche (Puno, Potosi in Bolivia), in derselben ungehinderten Weise vor sich geht, wie an der Meeresfläche, obgleich die Menschen in diesen Gegenden kaum mehr als $^2/_3$ der absoluten Menge Sauerstoff einathmen, welche mit jedem Athemzuge an dem Meeresufer in die Lunge tritt, — warum der südamerikanische Condor seinen Aufenthalt fast plötzlich mit dem an der Meeresfläche zu vertauschen im Stande ist, sonach abwechselnd unter dem Drucke einer halben und einer ganzen Atmosphäre zu leben vermag. Wäre die Sauerstoffaufnahme vom Drucke abhängig, so würde ein Organismus, dem der Luftdruck an der Meeresfläche die hinreichende Menge Sauerstoff zuführte, im Hochgebirge statt des regeren zur Deckung des grösseren Wärmeverlustes nöthigen Stoffwechsels eine Verlangsamung desselben erfahren, da mit dem gesammten Luftdrucke auch der des Sauerstoffs abnimmt, und diesem proportional die Sauerstoffabsorption sich verringern würde. Die Bewohner des Flachlandes würden dann nicht einmal auf den mittleren Höhen der Alpen ohne Beschwerden verweilen können.

Das Blut aber trägt in seiner Zusammensetzung den Regulator für die Sauerstoffaufnahme in sich. Unabhängig vom wechselnden Drucke der Atmosphäre zieht das Blut in den Lungen den Sauerstoff im richtigen Verhältnisse an, um ihn für die Lebenszwecke zu verwenden. Nur eine Veränderung der Zusammensetzung des Blutes selbst bedingt eine Veränderung der aufgenommenen Menge. Ueberall aber, wohin der Mensch bis jetzt vorzudringen vermochte, befindet er sich in einer Atmosphäre, welche ihm den Sauerstoff in hinreichender Menge liefert, und der Organismus selbst besitzt überdiess die Fähigkeit, bis zu einem gewissen Grade den Mangel an Sauerstoff in der äusseren Luft durch Vergrösserung der Berührungsfläche zwischen Gas und Blut, und rascheren Gaswechsel auszugleichen.

Literatur: Magnus: Poggendorff's Annal. Bd. XL u. Bd. LXVI. — Nasse: Handwörterb. der Physiologie Bd. I. S. 177. — Lothar Meyer: Henle u. Pfeufer's Zeitschrift. N. F. Bd. VIII. — Fernet: Annal. des sciences naturell. IV. Tom. VIII. S. 125. — W. Müller: Sitzungsber. der math. naturw. Classe der Kais. Akademie d. Wissensch. zu Wien. Bd. 33. S. 99. — Regnault u. Reiset: Compt. rend. des sciences de l'Acad. des sciences à Paris. T. XXVI. p. 17 et suiv. Liebig: Chemische Briefe. 4te Aufl. Bd. II. S. 21 u. ff. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. S. 20 u. ff.

Wasserstoffgas: H.

Farb- und geruchloses permanentes Gas von 0,0692 specif. Gew., brennbar, aber die Verbrennung der Körper nicht unterhaltend, mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft gemischt unter Explosion verbrennend, im reinen Zustande nicht athembar, aber mit Luft gemengt ohne positiv schädliche Wirkung auf den thierischen Organismus. Weder von Wasser noch Kalkwasser und Kalilösung absorbirt. Mit Chlorgas am Lichte sich zu Salzsäure verbindend.

Vorkommen. Das Wasserstoffgas scheint sich constant überhaupt nicht im Thierkörper zu finden, und wenn es vorhanden ist, ist es in so kleinen Mengen anderen Gasen beigemischt, dass man geneigt sein könnte, es mehr für einen zufälligen Bestandtheil des Thierkörpers zu halten. Es wurde in sehr geringer Menge in der Exspirationsluft und in den Darmgasen gefunden. Chevreul fand in dem aus dem Magen eines Hingerichteten erhaltenen Gasgemenge 3,55 Proc. Wasserstoffgas, im Gase des Dünndarms 5,4 bis 11,6 Proc. und im Dickdarm 7,5 Proc. Vorkommen.

Bemerkenswerth ist die Beobachtung, dass Thiere in einer Luft, welche das gewöhnliche Verhältniss von Sauerstoff, an der Stelle des Stickstoffs aber Wasserstoff enthält, ohne bemerkbare Störungen athmen können.

Woher dieser freie Wasserstoff stammt, ist noch nicht ermittelt, so viel aber ist klar, dass er ein Product chemischer Umsetzungen sein muss, welche gewisse Körperbestandtheile erleiden. Aus dem Körper tritt er durch den Darm, durch die Lunge und möglicherweise auch durch die Haut.

Literatur: Chevreul: Nouv. Bulletin de la Soc. philomat. Juillet 1816. — Regnault u. Reiset: Compt. rend. T. XXVI.

Stickstoffgas: N.

Farb- und geruchloses permanentes Gas von 0,972 specif. Gew. nicht brennbar, die Verbrennung anderer Körper nicht unterhaltend, nicht respirabel, aber nicht positiv schädlich; weder von Kalkwasser noch Kalilösung absorbirt, von Wasser sehr wenig.

Vorkommen. Wo sich im Thierkörper atmosphärische Luft findet, da findet sich natürlich auch Stickstoffgas. Als Bestandtheil der Respirationsgase findet sich daher Stickgas in den Lungen und im Blute, ausserdem ist es aber auch ein Bestandtheil der Darmgase. Vorkommen.

Mengenverhältnisse. Die ungefähre Gesammtmenge des in den Lungen und dem Blute enthaltenen gasförmigen Stickstoffes wird zwischen 534 und 328 Cubikmillimeter angegeben. Allein diese Zahlen sind ebensowenig verwerthbar, wie die für die Sauerstoffmenge angegebenen und aus denselben Gründen. Mengenverhältnisse.

Ueber die Mengenverhältnisse des im Blute enthaltenen Stickgases sind genauere Versuche angestellt, worauf wir bei dem Blute zurückkommen werden. Im Mittel beträgt die Menge des Stickgases etwa $^1/_{10}$ sämmtlicher Blutgase, allein es kann dieselbe bis auf $^1/_6$ steigen. Von allen Beobachtern wird übereinstimmend angegeben, dass der Stickstoffgehalt der ausgeathmeten Luft um ein Geringes höher ist, wie der der eingeathmeten. Woher dieses Plus stammt, ist noch unermittelt, doch kann man wohl kaum daran zweifeln, dass es ein Product chemischer Umsetzungen ist.

In 100 Vol. Gas des Magens und der Gedärme von Hingerichteten fand Chevreul: im Magen 71,45; im Dünndarm 20,08, 8,85, 66,60; im Coecum 67,50; im Colon 51,03, 18,40; im Rectum 45,96 Volumtheile Stickgas.

Zustände des Stickstoffs im Organismus.

Zustände des Stickgases im Organismus. In den Lungen und dem Nahrungsschlauch ist der Stickstoff gasförmig enthalten, im Blute dagegen ist er absorbirt. Das Absorptionsvermögen des Blutes für Stickgas ist bedeutender wie das des Wassers, doch immerhin noch gering. Der Absorptionscoëfficient ist nicht genau bestimmt. Auch darüber, ob das Stickgas einfach absorbirt ist, fehlen genauere Untersuchungen, doch wird es durch die Versuche von L. Meyer wahrscheinlich gemacht. Welcher Blutbestandtheil die Absorption des Stickgases vorzugsweise vermittelt, ob das Serum, oder die Blutzellen, ist ebenfalls noch unentschieden.

Ursprung und Austritt.

Ursprung und Austritt des Stickstoffs. Der Stickstoff der Lungen und Respirationsgase stammt von der atmosphärischen Luft, doch wurde bereits weiter oben erwähnt, dass eine geringe Menge, etwa $^1/_{100}$, mehr ausgeschieden wird, als mit der atmosphärischen Luft durch die Respiration in den Körper gelangt. Das Stickgas des Blutes hat dieselbe Quelle im Allgemeinen, während es unentschieden ist, woher das ausgeschiedene Plus stammt.

Der Stickstoff der Magen- und Darmgase stammt zum Theil jedenfalls von der mit den Nahrungsmitteln verschluckten atmosphärischen Luft; allein da man im Dickdarm in der Regel mehr findet wie im Dünndarm, so muss sich ein anderer Theil entweder vom Blute oder von chemischen Umsetzungen herleiten. Aus dem Körper tritt das Stickgas durch Lunge, Haut und Darm. Die Ausscheidung durch die Haut ist aber gering.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Dieselbe ist gänzlich unbekannt. Aus dem Umstande, dass es in den Athmungsgasen durch ein gleiches Volumen Wasserstoffgas ohne Beeinträchtigung der Respiration ersetzt werden kann, wie dies bereits weiter oben erwähnt wurde, dürfte wohl der Schluss gerechtfertigt erscheinen, dass der Stickstoff auch im physiologischen Sinne indifferent und seine Bedeutung eine mehr negative sei.

Literatur: Marchand: Journ. f. prakt. Chem. Bd. VII, S. 1. — Magnus: Poggendorff's Annal. Bd. XL u. LXVI. — Chevreul: Nouveau bullet. de la soc. philomat. Juillet 1816. — Regnault u. Reiset: Compt. rend. T. XXVI. — L. Meyer: Henle u. Pfeufer's Zeitschr. N. F. Bd. VIII.

Kohlensäuregas: CO_2.

Farbloses, coërcibles Gas von prickelnd - säuerlichem Geruch und Geschmack, Lackmus weinroth färbend. Specif. Gew. 1,529. Wird von Wasser reichlich absorbirt

(Absorptionscoëff. bei 0° u. 760mm 1,7967), rasch und vollständig von Kali. Trübt Kalkwasser, ist nicht athembar, wirkt auch, mit anderen Gasen verdünnt, positiv schädlich, — unterhält die Verbrennung nicht.

Vorkommen. Die Kohlensäure ist ein Bestandtheil des in den Lungen und ihren Verzweigungen enthaltenen Gasgemenges, und ebenso in den Darmgasen enthalten. Absorbirt findet sie sich im Blute und ausserdem in den meisten thierischen Flüssigkeiten, wobei in Bezug auf einige der letzteren allerdings dahin steht, ob die durch physikalische Mittel daraus abscheidbare Kohlensäure darin frei oder in der Form von Bicarbonaten enthalten ist. Vorkommen.

Mengenverhältnisse. Man hat das Gesammtvolumen der im menschlichen Körper vorkommenden gasförmigen Kohlensäure auf etwa 92,7 CC. geschätzt, wobei aber die Kohlensäure der Darmgase nicht mit inbegriffen ist. Diese Angaben sind aber von ebenso zweifelhaftem Werthe, wie die analogen beim Sauerstoff und Stickstoff. Die Menge der in den Lungengasen enthaltenen Kohlensäure ist so sehr abhängig von den respiratorischen Functionen, von der Tiefe der In- und Exspirationen, den Raumverhältnissen der Lungen und des Thorax u. s. w., dass auch hier keine allgemein gültigen Zahlen ermittelt werden können. Nach den Versuchen von Becher würde die in den Lungenbläschen enthaltene Luft etwa 8 Proc. Kohlensäure enthalten. Mengenverhältnisse.

Was die im Blute absorbirten aber nicht chemisch gebundenen Kohlensäuremengen anbelangt, so liegen darüber mehrere genaue Beobachtungen vor. Magnus fand für 100 Vol. arteriellen Pferdebluts 4,32 bis 10,7 Volumprocente Kohlensäure, für venöses Pferdeblut etwas weniger, nämlich 4,28 bis 7,29 Volumprocente. Für arterielles Hundeblut fand L. Meyer 5,62 bis 6,2 Volumprocente freier Kohlensäure. Aus dem durch Kochen in luftverdünntem Raume von den freien Gasen befreiten Blute wurden auf Zusatz von Weinsäure 21 bis 28 Proc. Kohlensäuregas ausgetrieben, welche man sonach im Blute chemisch gebunden anzunehmen hat.

In 100 Raumtheilen des in dem Magen, dem Dünndarm, Dickdarm, Coecum und Rectum von Hingerichteten enthaltenen Gasgemenges fand Chevreul: im Magen 14; im Dünndarm 24,39, 40,00, 25,00; im Dickdarm 43,50, 70,00; im Coecum 12,50; im Rectum 42,86 Raumtheile Kohlensäure.

Zustände der Kohlensäure im Organismus. Wenn wir hier von den Zuständen der Kohlensäure im Organismus sprechen, so handelt es sich nicht um die im eigentlichen Sinne chemisch gebundene, sondern um die freie und durch physikalische Mittel auszutreibende. Eine Bedeutung hat diese Frage zunächst nur für das Blut, denn in den Lungen und im gasförmigen Inhalte des Nahrungsschlauches ist die Kohlensäure natürlich einfach als Gas den übrigen Gasen beigemengt, und in welchem Zustände der Kohlensäure im Organismus.

Im Blute ist die Kohlensäure zum grösseren Theile einfach absorbirt, zum geringeren durch chemische Attraction aufgelöst.

Zustande sie, abgesehen vom Blut, in den übrigen thierischen Flüssigkeiten enthalten ist, darüber sind genauere Untersuchungen nicht angestellt. Im Blute aber ist sie in zweifacher Weise absorbirt enthalten, ähnlich wie der Sauerstoff, nämlich zum Theil dem Dalton-Bunsen'schen Gesetze folgend: dem Drucke proportional einfach absorbirt, zum anderen Theile aber durch eine gewisse chemische Anziehung und unabhängig vom Drucke aufgelöst. Schon Magnus hat bei seinen Absorptionsversuchen gefunden, dass bei zunehmendem Drucke die Kohlensäure in reichlicherer Menge aufgenommen wird, wie der Sauerstoff; L. Meyer aber hat gezeigt, dass die einfach absorbirte Kohlensäuremenge bedeutender ist, wie die durch chemische Anziehung absorbirte, dass sich sonach in dieser Beziehung Sauerstoff und Kohlensäure gerade umgekehrt verhalten. Die Volumeneinheit frischen von seinen Gasen befreiten Rinds- oder Kalbsblutes nahm nämlich in einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure bei einer Temperatur von 11° bis 12°C. und 0,76 M. Druck 1,783 Vol. Kohlensäure auf, von welcher Menge aber nur ein Theil eine mit dem Drucke variable Grösse darstellt, während der andere davon unabhängig ist. Durch eine angestellte Berechnung fand L. Meyer, dass von den 1,783 Vol. aufgenommener Kohlensäure 0,632 Vol. durch chemische Attraction, und 1,151 Vol. dem Absorptionsgesetze entsprechend aufgenommen sind, dass demnach der grössere Theil der Kohlensäure im Blute einfach absorbirt sein dürfte, wenn wir diese ausserhalb des Organismus gemachten Beobachtungen auf das kreisende Blut zu übertragen kein Bedenken tragen wollen. Ueber von diesem Resultate abweichende Beobachtungen Setschenow's vergl. weiter unten.

Auch für die Beantwortung der Frage, von welchem Blutbestandtheile die chemische Attraction auf die Kohlensäure ausgeübt werde, liegt einiges experimentelle Material vor, ohne dass aber dadurch dieselbe zur endgültigen Entscheidung zu bringen wäre. L. Meyer und Fernet haben übereinstimmend gefunden, dass eine Lösung von kohlensaurem Natron eine gewisse Menge Kohlensäure unabhängig vom Drucke vermöge chemischer Anziehung absorbirt, einen anderen Theil aber dem Dalton'-Bunsen'schen Gesetze entsprechend auflöst, dass sich sonach das kohlensaure Natron ganz analog dem Blute verhält. Die Kohlensäuremengen, welche unabhängig vom Drucke absorbirt wurden, waren genau gleich den in dem einfach kohlensauren Salze schon enthaltenen Mengen: es wurde Bicarbonat gebildet, während sich die einfach absorbirten Mengen dem Absorptionscoëfficienten für reines Wasser um so mehr näherten, je verdünnter die Salzlösung war. Versuche mit phosphorsaurem Natron, die Fernet anstellte, gaben ein ganz ähnliches Resultat. Die Lösung besass auch hier einen Absorptionscoëfficienten für Kohlensäure, der sich um so mehr von dem des reinen Wassers entfernte, je concentrirter sie war. Ausserdem nahm aber die Lösung vermöge chemischer Anziehung so viel Kohlensäure auf, dass auf jedes Aequivalent Phosphorsäure 2 Aeq. Kohlensäure aufgenommen wurden. 1 Aeq.

phosphorsaures Natron $= 2\,NaO.HO.PO_5$ band daher so viel Kohlensäure wie 2 Aeq. einfach kohlensaures Natron. Da nun weiterhin Versuche mit Chlornatriumlösungen zeigten, dass diese gegen Kohlensäure sich dem Absorptionsgesetze von Dalton-Bunsen entsprechend verhalten, während Blutserum ein ganz ähnliches Verhalten zeigt wie Lösungen von phosphorsaurem oder kohlensaurem Natron, und endlich die Gegenwart von Blutkörperchen einen merklichen Einfluss auf die aufgenommenen Mengen nicht äussert, so ist es wahrscheinlich, dass die chemische Anziehung für die Kohlensäure von den kohlensauren und phosphorsauren Salzen des Serums ausgeübt wird, und zwar um so wahrscheinlicher, als Versuche zeigten, dass die von kohlensaurem und phosphorsaurem Natron gebundenen Kohlensäuremengen, ähnlich wie das beim Blute der Fall ist, nicht allein durch Aufhebung des Drucks, sondern auch durch andere Gase, z. B. durch Wasserstoff, wieder ausgetrieben werden können.

Die chemische Anziehung für die Kohlensäure im Blute wird wahrscheinlich von den kohlensauren und phosphorsauren Salzen des Serums ausgeübt.

Ursprung der Kohlensäure. Die im Thierkörper vorkommende Kohlensäure wird demselben nur zum geringsten Theile von aussen durch die atmosphärische Luft, in Nahrung und Getränken zugeführt, der grösste Theil derselben stammt von im Körper vor sich gehenden chemischen Umsetzungen, als deren eines Endproduct sie erscheint, wenn es sich dabei um Oxydationsvorgänge handelt. In der That ist sie eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose, wie wir bereits im vorigen Abschnitte ausführlich erörtert haben. Die aufgeworfene Frage, wo der Heerd der Bildung der Kohlensäure zu suchen sei, ist eine ganz müssige, wenn man berücksichtigt, dass überall im Körper chemische Umsetzungen vor sich gehen, die zur Bildung von Kohlensäure Veranlassung geben können. Dass das Blut und die Gewebe es sind, wo chemische Umsetzungen und namentlich auch Oxydationsprocesse vorzugsweise stattfinden, kann nach den gegebenen Beziehungen derselben kaum bezweifelt werden, allein man darf sich dies nicht etwa so denken, dass der Sauerstoff direct an den Kohlenstoff der unmittelbaren Blut- und Gewebsbestandtheile trete und damit Kohlensäure bilde, sondern man muss stets des bereits wiederholt hervorgehobenen Umstandes eingedenk sein, dass die Kohlensäure das Endglied einer ganzen Reihe chemischer Umsetzungen ist. Auch dürfte zu berücksichtigen sein, dass keine Nöthigung vorliegt, die Kohlensäure ausschliesslich von Oxydationsvorgängen herzuleiten, denn es kann die Möglichkeit, dass ein Theil derselben von Spaltungsvorgängen stammt, nicht in Abrede gestellt werden. Ueber die Bildung der Kohlensäure der Darmgase lassen sich wohl Vermuthungen aussprechen, aber entschieden ist darüber nichts. Obgleich es sehr wohl möglich ist, dass ein Theil dieser Kohlensäure aus dem Blute stammt, und von den Capillaren aus in den Nahrungsschlauch tritt, so kann ein anderer Theil oder vielleicht auch wohl die Gesammtmenge derselben von chemischen Processen herrühren, die in Folge der Wechselwirkung zwischen Speisebrei und Magen- und Darmsecreten stattfinden.

Ursprung der Kohlensäure im Organismus; sie ist eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose.

Austritt der Kohlensäure.

Austritt der Kohlensäure aus dem Organismus. Die Hauptausgangspforte für die Kohlensäure des thierischen Organismus sind die Lungen, doch tritt dieselbe auch durch Haut und Darm aus. Indem wir auf die Kohlensäureausscheidung bei der Respiration zurückkommen werden, machen wir hier nur darauf aufmerksam, dass der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft über 100 mal grösser ist, wie der der inspirirten. Während die inspirirte, d. h. die atmosphäriche Luft, etwa 0,04 Proc. Kohlensäure dem Volumen nach enthält, enthält die von einem gesunden Manne bei ruhiger Respiration ausgeathmete Luft durchschnittlich 4,33 Volumprocente Kohlensäure. Ueber die absoluten Mengen von Kohlensäure, die einerseits durch Lungen und andererseits durch die Haut ausgeschieden werden, fehlt es zwar an genauen Beobachtungen, doch steht so viel fest, dass die durch die Lungen austretenden Kohlensäuremengen viel bedeutender sind, wie die durch die sogenannte Hautathmung austretenden. Nach den Versuchen von Andral und Gavarret würde ein erwachsener Mann 44,7 Grammes Kohlensäure durch die Lungen stündlich ausscheiden, womit spätere von Brunner und Valentin ausgeführte Versuche gut übereinstimmen; die durch die Haut austretende Kohlensäuremenge wird aber nach allerdings keineswegs sehr genauen Beobachtungen auf ungefähr 0,92 Grm. per Stunde geschätzt. Für das Gesammtgewicht der durch Haut und Lungen austretenden Kohlensäure kam Scharling durch seine Versuche zu etwas geringeren Zahlen, wie jenen, die sich aus obigen Angaben ableiten würden. Die Gesammtmenge der durch Lunge und Haut austretenden Kohlensäure würde nämlich nach seinen Versuchen für einen erwachsenen gesunden Mann in 24 Stunden 867 Grammes oder dem Volumen nach 443409 CC. betragen.

Physiologische Bedeutung

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Kohlensäure ergiebt sich aus dem Mitgetheilten von selbst. Sie hat die Bedeutung eines Auswurfsstoffes, und es kann von einem anderen Nutzen, will man sich nicht in teleologische Phrasen verlieren, nicht die Rede sein. Die im Körper gebildete Kohlensäure wird fort und fort ausgeschieden, und die Regelmässigkeit ihrer Ausscheidung ist eine der Bedingungen des thierischen, aber gleichzeitig eine der Bedingungen des pflanzlichen Lebens, wie im ersten Abschnitte bereits erläutert wurde. Kohlensäure und Sauerstoff sind sich in ihrer Wirkung auf das Blut geradezu entgegengesetzt, Austreibung der Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff ist das Hauptmoment der Respiration und der Arterialisation des Blutes. Die günstigste Bedingung einer raschen und vollkommenen Bildung des arteriellen Blutes und damit der Kohlensäureausscheidung ist ein schneller und regelmässiger Wechsel der Luft in den Lungenbläschen, wie er durch eine ungehemmte Respiration bei richtiger Luftqualität vermittelt wird. Enthält aber die Luft, die geathmet wird, einen Ueberschuss von Kohlensäure, so treten bei einem gewissen Procentgehalte an selber Symptome

ist die eines Auswurfsstoffes.

Physiologische Folgerungen

ein, wie sie sich bei der Anwendung narkotischer Gifte zeigen, es entfaltet dann die Luft eine positiv giftige Wirkung; überdies wird durch einen Ueberschuss an Kohlensäure die Kohlensäureausscheidung gehemmt. Die Erfahrung, dass Thiere beim Einathmen von reinem kohlensauren Gase viel rascher sterben, wie im Stickgase oder Wasserstoffgase, scheint darin seine Erklärung zu finden, dass in einer Atmosphäre von Kohlensäure das Blut keine Kohlensäure abgiebt, sondern im Gegentheil proportional dem Drucke noch aufnimmt. Wenn die eingeathmete Luft dieselbe Zusammensetzung zeigt, wie die ausgeathmete, so wird der Zweck der Respiration nicht mehr erfüllt, es treten bald Erstickungszufälle, ja der Tod ein, der hier einerseits die Folge des verminderten Sauerstoffgehaltes, und andererseits der vermehrten Kohlensäure sein könnte, aber nach den Versuchen von W. Müller wohl hauptsächlich auf die letztere Ursache zurückzuführen ist. W. Müller fand nämlich, dass der Tod der Thiere in einem Athmungsraume erfolgt, der überschüssige Kohlensäure enthält, auch wenn der Sauerstoffgehalt noch gleich dem der Atmosphäre ist, und dass, sofern kein Ueberschuss von Kohlensäure vorhanden ist, der Sauerstoffgehalt der Athmungsluft bis auf $^2/_3$ des normalen herabgedrückt sein kann, ohne einen wesentlichen Einfluss auf die Vorgänge der Respiration auszuüben. Doch sind diese aus Versuchen an Thieren gezogenen Schlüsse nur mit grosser Vorsicht auf die analogen Verhältnisse beim Menschen zu übertragen. Lavoisier und Seguin fanden, dass der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft, wenn dieselbe noch einmal eingeathmet wird, bis zu 10 Proc. vermehrt werden kann, darüber hinaus aber nahm ihre Menge nicht mehr zu, auch wenn das Athmen fortgesetzt wurde, was aber nur kurze Zeit ging.

Diesen Kohlensäuregehalt einer Luft hält Liebig für die Grenze, von welcher an das Leben eines Menschen gefährdet ist, obgleich 1 Proc. Kohlensäure in der Luft schon merkliches Unbehagen veranlasst. Das Unbehagen, welches man in überfüllten Versammlungssälen fühlt, in welchen bei ungenügender Ventilation der Kohlensäuregehalt der Luft $2^1/_2$ mal so gross sein kann, wie ein normaler, — namentlich wenn noch viele Lichter brennen, wie in Theatern, — die Gefährlichkeit des Schlafens in Zimmern, in welchen sich Pflanzen befinden, die bei Nacht Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen, all dies ist auf den vermehrten Kohlensäuregehalt der Luft zurückzuführen. Dasselbe gilt von einer anderen Erscheinung, die wegen ihrer praktischen Bedeutung für die Salubrität hier ebenfalls erwähnt werden soll, nämlich der Erscheinung, dass in neuerbauten und neubezogenen Häusern, auch wenn sie jahrelang der trocknenden Einwirkung der Luft ausgesetzt waren, sich nach dem Beziehen derselben Feuchtigkeit zeigt. Diese Feuchtigkeit rührt nicht von der nässenden Feuchtigkeit der Bausteine, sondern von dem im Mörtel enthaltenen trockenen Kalkhydrat her, welches die 24 Proc. Wasser, welche es in chemischer Verbindung enthält, als Feuchtigkeit abgiebt, weil es von der Kohlensäure der von den Menschen ausgeathmeten Luft ausgetrieben

wird, indem diese Kohlensäure sich mit dem Kalk zu kohlensaurem Kalk verbindet. Durch Verbrennen von Holzkohlen in offenen Oefen bei geschlossenen Fenstern, vor dem Beziehen der Wohnräume neuer Häuser, lässt sich dieser Uebelstand wirksam beseitigen (Liebig). Für geschlossene Räume, Schiffe, Krankenzimmer, Schlafsäle u. s. w. lässt sich durch Anwendung von Kalkhydrat die fehlende Ventilation auf eine Zeitlang mit Nutzen ersetzen.

Literatur: Magnus l. c. — Chevreul l. c. — Andral u. Gavarret: Compt. rend. 1843. N. 3. S. 113. — Valentin u. Brunner: Roser u. Wunderlich med. Vierteljahrschr. Bd. II. S. 372. — Scharling: Annal. d. Chem. und Pharm. XLV. u. LVII. — Regnault u. Reiset l. c. — Becher: Züricher Mittheilungen 1855. — Chevreul l. c. — Lothar Meyer l. c. — W. Müller l. c. — Fernet l. c. — Liebig: Chem. Briefe. II. Bd. 4te Aufl.

Leichtes Kohlenwasserstoffgas: C_2H_4.

Farb- und geruchloses, permanentes, brennbares Gas von 0,559 specif. Gew. Mit 2 Vol. O oder 10 Vol. atmosphärischer Luft gemischt angezündet explodirend, in Wasser sehr wenig löslich (Absorptionscoëff. 0,049), indifferent. Durch Chlorgas am Lichte unter Bildung von Kohlensäure- und Salzsäuregas zersetzt. Durch diese Eigenschaft, und dadurch, dass es mit O verbrannt neben Wasser auch Kohlensäure liefert, unterscheidet es sich vom freien H.

ist ein zufälliger Bestandtheil des Thierorganismus,

Das leichte Kohlenwasserstoffgas oder Sumpfgas ist ein zufälliger Bestandtheil des Thierorganismus, und findet sich in nur sehr geringer Menge vor. Eine ausserordentlich kleine nicht wägbare Menge dieses Gases soll nach Regnault in der Ausathmungsluft vorkommen, etwas mehr davon wurde in den Darmgasen des Dickdarms gefunden. Chevreul fand 5,5 bis 11,6 Proc. im Dickdarm und 11,2 im Coecum. Leuret und Lassaigne, Vauquelin und Chevillot fanden es in den Darmgasen bei Thieren. In einem Fall von Zellgewebsemphysem will es Bally in reichlicher Menge beobachtet haben (Arch. général. de médecine T. XXV, 1831, p. 129). Dass die Bildung dieses Gases auf chemische Processe der Zersetzung von Körperbestandtheilen zurückgeführt werden müsse, leuchtet ein, welcher Art aber diese Processe sind, ist gänzlich unbekannt.

Schwefelwasserstoffgas: HS.

Farbloses, nach faulen Eiern riechendes Gas von 1,191 specif. Gew., brennbar und angezündet zu schwefliger Säure und Wasser verbrennend. Wird von Wasser und kaustischem Kali absorbirt und schwärzt Bleiverbindungen. Wird erkannt an der Eigenschaft, ein mit Bleilösung angefeuchtetes ungeleimtes Papier zu bräunen, und ein mit Nitroprussidnatriumlösung befeuchtetes violett zu färben.

ist ebenfalls ein zufälliger Bestandtheil des Körpers.

Auch das Schwefelwasserstoffgas ist ein nur zufälliger Bestandtheil des Thierkörpers. Von diesem Gase sollen sich nach Regnault Spuren in der Ausathmungsluft vorfinden, stammen aber dann wahrscheinlich

nicht aus den Lungen, sondern aus der Mundhöhle und fauliger Zersetzung von Speiseresten. Einen ähnlichen Ursprung hat auch wohl die geringe Menge Schwefelwasserstoffgas, welche man in den Darmgasen gefunden hat (Magendie, Chevreul). Der nähere Modus seiner Bildung ist ebenfalls unbekannt, doch sind die Möglichkeiten hier weniger zahlreich wie beim Sumpfgase. Es stammt nämlich jedenfalls von Schwefelverbindungen, und zwar könnte es in Folge von Zersetzungen der Albuminate, der schwefelhaltigen Galle (Taurocholsäure), der schwefelhaltigen Derivate der Albuminate ebensowohl, wie auch durch Reductionen schwefelsaurer Salze entstehen. Auf einen ähnlichen Ursprung muss der Schwefelwasserstoffgehalt des Eiters fauliger Abscesse zurückgeführt werden, wo dann dieses Gas als eigentliches Fäulnissproduct auftritt.

b. Wasser.

Vorkommen.

Von allen Bestandtheilen des Thierkörpers ist das Wasser derjenige, welcher die uneingeschränkteste Verbreitung zeigt. Abgesehen von den thierischen Flüssigkeiten, welche ihren flüssigen Aggregatzustand dem Wasser, welches sie führen, verdanken, ist dasselbe auch ein Bestandtheil aller Organe und Gewebe, den Schmelz der Zähne nicht ausgenommen. Der „festweiche“ Zustand, welcher die Organe und Gewebe des Thierkörpers meist charakterisirt, und der ihnen ihr physikalisches und anatomisches Gepräge verleiht, ist von ihrem Wassergehalte abhängig und davon, dass das Wasser hier nicht als Lösungsmittel, sondern als Imbibitionsstoff in Betracht kommt, der, die organisirte Materie durchdringend, durch eine eigenthümliche Anziehung von ihr zurückgehalten wird.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Der Wassergehalt des Thierkörpers ist im Allgemeinen ein sehr bedeutender, und beträgt im Ganzen etwas mehr wie $^2/_3$ des Gesammtgewichts desselben, also etwa 70 Proc. Der Körper eines 75 Kilogr. wiegenden Mannes enthält demnach über 52 Kilogr. Wasser. Bei dem Embryo stellt sich der Wassergehalt noch höher, sinkt aber beim Neugeborenen und jungen Thiere allmählich herunter, während mit der Entwickelung desselben der Gehalt an festen Stoffen eine fortwährende Steigerung erfährt, und zwar bis zur Höhe des freien Wachsthums. Aus zahlreichen Untersuchungen von v. Bezold geht ferner hervor, dass jedes Thierindividuum einen für seine Art und sein Alter typischen Wassergehalt zeigt, der überdiess von der anatomischen Constitution, der Entwickelung und dem Wachsthum der Thiere abhängig erscheint. Der Wassergehalt der verschiedenen Organe, Gewebe und Flüssigkeiten ist natürlich ein sehr verschiedener, wie aus nachfolgender Zusammenstellung des Wassergehaltes einiger derselben sich ergiebt.

In 1000 Gewichtstheilen enthalten:

	Wasser	Feste Stoffe
Zahnschmelz	2	998
Zähne	100	900
Knochen	130	870
Elastisches Gewebe	496	504
Knorpeln	550	450
Haut	575	425
Gehirn	755	245
Leber	762	238
Thymus	770	230
Muskeln	770	230
Nerven	780	220
Blut	791	209
Zellgewebe	796	204
Nieren	830	170
Galle	864	135
Milch	891	109
Chylus	928	72
Schleim	934	66
Lymphe	983	17
Humor vitreus	987	13
Cerebrospinalflüssigkeit	988	12
Speichel	995	5
Schweiss	995	5

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass auch der Wassergehalt der einzelnen Gewebe und Organe gewissen Schwankungen unterworfen ist, und dass daher obige Zahlen nur das ungefähre mittlere Verhältniss ausdrücken sollen.

Abgesehen von dem flüssigen Wasser kommt im Organismus auch Wasserdampf vor, und zwar in der Lungen- und Bronchialluft. Die Exspirationsluft ist meist mit Wasserdampf nahezu gesättigt, und es werden auf diesem Wege nicht unbeträchtliche Wassermengen aus dem Körper entfernt.

Zustände des Wassers im Organismus.

Zustände des Wassers im Organismus. Das Verhalten des Wassers im Organismus zeigt manches Eigenthümliche, was zu seiner physiologischen Bedeutung in naher Beziehung steht. Vor Allem ist hier zu erwähnen, dass es Gewebe und Organe giebt, in welchen der Wassergehalt den Gehalt an festen Stoffen bei Weitem überwiegt, ohne dass sie dadurch flüssig würden, ja es giebt sogar festweiche Organe, deren Wassergehalt grösser ist, wie der mancher thierischen Flüssigkeiten, wie z. B. Milz und Nieren, deren Wassergehalt grösser ist, wie der des Blutes. Es ergiebt sich daraus, dass hier das Wasser andere Beziehungen darbieten müsse, wie in den thierischen Flüssigkeiten, in

velchen es mehr oder weniger die Rolle eines Lösungsmittels spielt. Dass auch hier übrigens Besonderheiten stattfinden, geht daraus hervor, lass die Consistenz derartiger Flüssigkeiten keineswegs immer von ihrem Wassergehalte, sondern vielmehr von der Natur der gelösten Stoffe abhängig erscheint. So sind Schleim, Sperma, Galle dickliche Flüssigkeiten, und doch ist ihr Wassergehalt bedeutender wie der des Blutes. Der Zustand endlich, in welchem das Wasser in festweichen Organen und Geweben enthalten ist, entbehrt jeder Analogie im Mineralreiche. Das Wasser ist nämlich hier so innig an die organisirte Materie gebunden, lass derartige Organe durch blosse Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur nie trocken werden, indem immer ein Theil des Wassers zurückgehalten wird. Auch in jenem Falle, wo sie ihr Wasser vollständiger verloren haben, können sie es ganz oder doch zum grossen Theile wieder aufnehmen. Es ist eine Eigenthümlichkeit der organisirten Materien und der der Organisation fähigen organischen Verbindungen, eine ihr eigenes Gewicht weit übersteigende Menge Wassers aufnehmen zu können, ohne ihren festweichen Zustand dadurch einzubüssen. Wenn wir diese Eigenschaft auch auf den Begriff der Imbibition zurückführen müssen, so dürfen wir dabei nicht vergessen, dass es kein reines Wasser ist, welches imbibirt erscheint, sondern Wasser, welches verschiedene anorganische und organische Stoffe aufgelöst hält. So wenig das im Mineralreiche vorkommende Wasser reines Wasser sein kann, weil es mit der Erde in Berührung, aus dieser vermöge seiner Eigenschaft als allgemeinstes Lösungsmittel immer eine gewisse Menge von Stoffen aufnimmt, ebenso wenig kann es das im Thierkörper vorkommende sein, denn auch hier findet es auf seinen Wegen theils organische, theils anorganische Stoffe, die es aufnimmt, ganz abgesehen davon, dass es selbst als Getränk dem Organismus schon als Brunnenwasser, d. h. als Wasser mit einem gewissen Salz- und Gasgehalte, zugeführt wird. Es kann nicht bezweifelt werden, dass davon die Imbibitionsfähigkeit wesentlich beeinflusst wird, wenngleich die Gesetze dieses Einflusses noch nicht ermittelt sind. Die Beobachtung lehrt, dass viele Gewebe von reinem Wasser mehr imbibiren können, als sie im normalen Zustande enthalten, und dann ihr Volumen vergrössern. In Salzlösungen dagegen von einer gewissen Concentration gelegt, geben sie Wasser ab und vermindern dadurch ihr Volumen.

Abstammung des Wassers.

Abstammung des Wassers im Organismus. Bei Weitem der grösste Theil des im Thierkörper vorkommenden Wassers wird demselben von Aussen als solches durch Getränke und Speisen zugeführt, ein kleinerer Theil desselben aber wird erst im Körper gebildet, denn nur so lässt es sich erklären, warum, wie dies aus den Beobachtungen von Barral hervorgeht, die Menge des aus dem Organismus ausgeschiedenen Wassers jene des von Aussen aufgenommenen übertrifft, und eine weitere Bestätigung findet diese Annahme in der Thatsache, dass in dem Respirationsprocesse die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure ihrem Volu-

men nach nicht gleich, sondern kleiner ist, als das Volumen des in das Blut übergegangenen eingeathmeten Sauerstoffs. Die Kohlensäure enthält bekanntlich ein ihr gleiches Volumen Sauerstoff. Wenn demnach der in das Blut aufgenommene Sauerstoff nur zur Bildung von Kohlensäure im Organismus verwendet würde, so müsste ein dem verbrauchten Sauerstoffvolum gleiches Kohlensäurevolum austreten. Die so scheinbar im Respirationsprocesse verschwindenden 10 bis 25 Proc. Sauerstoff müssen daher eine andere Verwendung finden, und wenn man berücksichtigt, dass der Wasserstoff der organischen Körperbestandtheile ebenso gut umgesetzt wird, wie der Kohlenstoff, so erscheint es als das Nächstliegende, anzunehmen, dass der grösste Theil dieses Sauerstoffs zur Ueberführung des Wasserstoffs der umgesetzten Gewebsbestandtheile in Wasser verwendet wird. Aber auch hier haben wir diesen Vorgang nicht etwa so aufzufassen, als ob der Sauerstoff den Wasserstoff der organischen Gewebsbestandtheile unmittelbar und sofort zu Wasser oxydirte, sondern es ist vielmehr das gebildete Wasser als das Endproduct einer Reihe durch die oxydirende Wirkung des Sauerstoffs vermittelter chemischer Umsetzungen anzusehen, sowie die Kohlensäure ihrerseits ein solches Endproduct ist. Dafür, dass eine solche Wasserbildung im Organismus stattfindet, spricht auch noch das Verschwinden des an Wasserstoff so reichen Fetts bei Hungernden und des Alkohols der genossenen geistigen Getränke. Die Thatsache, dass Thiere im Zustande des Winterschlafs an Gewicht zunehmen, mag darin ebenfalls ihre Erklärung finden (Liebig). Die Möglichkeit, dass ein anderer Theil des im Organismus gebildeten Wassers von Spaltungsvorgängen und Wechselzersetzungen organischer Verbindungen stamme, wobei ja so häufig Wasser ausgeschieden wird, ist natürlich dadurch nicht ausgeschlossen, allein es fehlen uns für diese Art von Bildung alle weiteren positiven Anhaltspunkte.

Austritt des Wassers.

Austritt des Wassers aus dem Organismus. Das Wasser wird durch Nieren, Haut, Lungen und Darm ausgeschieden. Durch die Nieren mit dem Harn, durch die Haut als Schweiss und gasförmige Hauttranspiration, durch die Lungen als der Exspirationsluft beigemischter Wasserdampf, durch den Darm endlich mit den Excrementen. Die mit dem Harn täglich austretende Wassermenge beträgt etwa die Hälfte der gesammten, doch sind die Mengen des den Körper in einer gegebenen Zeit verlassenden Wassers sehr wechselnd, und abgesehen von dem aufgenommenen Wasser auch abhängig von individuellen Zuständen, was ganz besonders von der Ausscheidung durch die Haut gilt.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die Gegenwart des Wassers im Organismus ist eine der wesentlichsten Lebensbedingungen. Seine physiologische Bedeutung im Einzelnen gewinnt es durch folgende Momente: 1) Das Wasser ist das allgemeine Auflösungsmittel der im Thierkörper gelöst vorkommenden Stoffe, und dadurch der Vermittler aller Bewegung der Atome im physikalischen und chemischen Sinne, der chemi-

schen Wechselwirkungen, des Platzwechsels und der Fortbewegung. 2) Das Wasser ist Imbibitionsstoff; als solcher bedingt es den eigenthümlich festweichen Zustand der Organe und Gewebe, ihre Elasticität, ihre Ausdehnbarkeit, ihre Durchsichtigkeit; in Folge einer eigenthümlichen Adhäsion überzieht es selbe nicht nur an ihrer Oberfläche, sondern es dringt durch Poren auch in das Innere derselben; dadurch wird die Permeabilität der Organe und Gewebe für wässerige Lösungen der verschiedensten Stoffe vermittelt und auch ihre elektrische Leitungsfähigkeit beeinflusst. 3) Durch seine Verdunstung, wie sie in der Haut, den Lungen so lange vor sich geht, als der das Wasser umgebende Luftraum nicht schon mit Wasserdampf gesättigt ist, werden beträchtliche Mengen von Wärme latent, d. h. es wird dem Körper auf diesem Wege fortwährend Wärme entzogen, das Wasser ist demnach ein Abkühlungsmittel, und insofern es vermittelst besonderer Apparate bald mehr, bald weniger abkühlt, ein Wärmeregulator.

Physiologische Folgerungen.

Aus diesem Verhalten des Wassers im Organismus ergeben sich die physiologischen und praktischen Folgerungen von selbst. Da die Integrität der Gewebe, Organe und thierischen Flüssigkeiten von einem gewissen Wassergehalte derselben, der nur innerhalb ziemlich enger Grenzen schwankt, abhängig erscheint, aber täglich an der Körperoberfläche, und ebenso durch die Oberfläche der Lungen beträchtliche Mengen Wassers verdunsten, und ausserdem bedeutende Mengen mit dem Harn und den Excrementen entleert werden, — so muss dieser Verlust durch Zufuhr von aussen wieder ausgeglichen werden. Das Gefühl, welches uns dazu antreibt, ist der Durst, und die Ausgleichung erfolgt durch Getränke und Speisen. Es bedarf keiner weiteren Erläuterung, dass mit der Steigerung des Wasserverlustes auch das Bedürfniss nach dem Ersatze wachsen muss, und es erklärt sich hieraus zur Genüge, warum starke und anhaltende Körperbewegungen, bei welchen der Stoffwechsel überhaupt, namentlich aber die Wasserausscheidung durch Haut, Lungen und Nieren vermehrt ist, Durst hervorrufen. In noch höherem Grade ist dies der Fall, wenn die Körperbewegungen der Art sind, dass sie einen unmittelbaren Einfluss auf die reichliche Verdunstung von Wasser an der Oberfläche des Mundes, des Rachens und der Lungen ausüben. Daher der Durst nach lebhaftem Sprechen, Singen, Blasen von Blasinstrumenten u. s. w. Umgekehrt kann sich der Durst durch fortgesetzte Ruhe sehr vermindern, steigert sich aber andererseits durch aufregende Gemüthsbewegungen. Auch die Speisen üben einen grossen Einfluss auf das Eintreten des Durstes aus. Eine Steigerung des Durstes veranlassen alle trockenen und zähen Speisen, ferner alle solche mit herben oder scharfen Bestandtheilen, alle stark gesalzenen u. dgl. m. Diese erregen Durst, weil sie, viel Flüssigkeit zur Auflösung bedürfend, den Speichel und Magensaft schnell aufnehmen, weil sie einen unmittelbaren Reiz auf die Nerven des oberen Theils des Nahrungsschlauches ausüben, oder auch wohl deshalb, weil ihre Ausscheidung aus dem Blute in den Secretionsorganen nur

Durst und seine Ursachen.

in Verbindung mit vielem Wasser erfolgen kann. Aus ähnlichem Grunde machen selbst gewisse Getränke, wie Thee, Kaffee, Branntwein u. s. w. Durst. Je wärmer und trockener die Luft ist, die wir einathmen, desto mehr Durst fühlen wir. Daher trinken die Bewohner der Tropenländer mehr als Nordländer, die Bewohner der gemässigten Zone mehr im Sommer wie im Winter. Darum fühlen wir sehr bald Durst in sehr warmen Zimmern, daher trinken Männer, die an starkem Feuer arbeiten müssen, mehr wie solche, die sich an kalter und feuchter Luft aufhalten, wie z. B. Fischer. Auch beim Besteigen hoher Berge tritt gewöhnlich Durst ein, was einerseits auf die Beschleunigung des Stoffwechsels, namentlich den Wasserverlust durch Schweiss, und andererseits auf die Trockenheit der Luft zurückzuführen ist. Nach den Beobachtungen von Volney und Larrey wird auch bei heftigem Winde, wo der rasche Luftwechsel dem Körper viel verdunstendes Wasser entzieht, namentlich wenn die Luft, wie in den Sandwüsten, trocken und heiss ist, der Durst auf empfindliche Weise vermehrt.

Die Gewohnheit hat auf das Ertragen des Durstes innerhalb gewisser Grenzen einen mächtigeren Einfluss, als auf den Hunger. Die Entbehrung von Getränken ist deshalb länger zu ertragen, wie die Entbehrung von festen Speisen, weil auch durch feste Speisen dem Blute eine gewisse Wassermenge zugeführt wird. Bei dem Durste hat man aber immer auch die örtlichen von den allgemeinen Erscheinungen zu trennen. Die dabei auftretende Trockenheit des Schlundes und der Mundhöhle entsteht in Folge des Verdunstens des auf ihren Oberflächen befindlichen Wassers, und deshalb nehmen die örtlichen Empfindungen zu auf alle Anlässe, welche jene Verdunstung befördern. Der Grund der allgemeinen Erscheinungen aber ist der verminderte Wassergehalt des Blutes, welcher veränderte Ernährungsverhältnisse aller Organe und namentlich auch der Nerven zur Folge hat. Deshalb vermögen wir durch Anfeuchtung des Mundes mit einigen Tropfen Wasser, oder durch Auflegung saftiger Früchte auf die Zunge das Durstgefühl zu mildern, aber nicht zu stillen, deshalb leiden Thiere, bei welchen die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen unterbunden sind, an erhöhtem Durst. Die Abhängigkeit der intensiveren Dursterscheinungen dagegen von dem geringeren Wassergehalt des Blutes beweist die vielfach constatirte Thatsache, dass von einer beliebigen Körperstelle her aufgenommenes Wasser den Durst zu vermindern oder sogar zu löschen im Stande ist. So verliert sich bei Menschen und Thieren der Durst durch Einspritzung von Wasser in den Mastdarm oder die Adern (Dupuytren, Orfila). Ebenso vermögen erfahrungsgemäss Bäder den Durst zu stillen. Schon wiederholt wurde die Eigenschaft der Haut, Wasser aufzunehmen, dazu benutzt, um Seeleute, denen es an süssem Wasser gebrach, gegen die Qualen des Durstes zu schützen. Die Entstehung des Durstes aus Wassermangel im Blute lehren auch die Beobachtungen von Bidder und Schmidt und H. Nasse, in welchen auf die Durchschneidung beider Vagi deshalb starker Durst erfolgte, weil

in Folge der Lähmung des unteren Theils der Speiseröhre der verschluckte Speichel nicht in den Magen gelangte, sondern nach einiger Zeit wieder ausgebrochen ward.

So wie endlich die Durst verursachende Wirkung gewisser Speisen und Getränke durch reichlichere Wasserausscheidungen veranlasst scheint, so wirken gewisse Stoffe dadurch durstlöschend, dass sie die Wasserausfuhr beschränken. Dieses scheint namentlich von den verdünnten Säuren zu gelten.

Literatur: v. Bezold: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. in Würzburg. Bd. VIII, S. 251. — Barral: Statique chim. des animaux. Paris 1850. — Liebig: Chem. Briefe. Bd. II, S. 37. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. Bd. I, S. 19. 2te Aufl. — Bidder u. Schmidt: Die Verdauungssäfte u. der Stoffwechsel. 1852. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. 2te Aufl. S. 190.

c. Salze.

Nachdem wir die allgemeinen physiologischen Beziehungen der anorganischen Salze des thierischen Organismus bereits S. 58 erörtert haben, können wir nun alsbald zur Einzelbetrachtung derselben übergehen, doch erscheint es zweckmässig, noch Einiges, was bei der allgemeinen Betrachtung keinen Platz fand, voranzuschicken.

Das, was man gewöhnlich Aschenbestandtheile des Thierkörpers nennt, fällt so ziemlich mit den Salzen zusammen, wenngleich die Zusammensetzung der Asche von Thierstoffen, d. h. des nach der Verkohlung derselben restirenden feuerbeständigen Rückstandes, keineswegs genau ausdrückt, in welcher Verbindungsform die anorganischen Stoffe im intacten Organismus enthalten sind. So wie der Wassergehalt des Thierorganismus ein typischer und nur innerhalb gewisser Grenzen schwankender ist, und so wie dieser in einem ganz bestimmten Verhältnisse zu den Entwickelungsphasen des Thieres steht, ebenso auch der Gehalt an Aschenbestandtheilen oder Salzen. Aus den Untersuchungen von Bezold geht nicht nur dieses hervor, sondern es ergiebt sich daraus auch, dass von einer gewissen Stufe der embryonalen Entwickelung des Thieres bis zur Vollendung der progressiven Entwickelungsperiode, der Gehalt der Thiere an Aschenbestandtheilen eine stetige, jedoch in den ersten Zeiträumen des selbstständigen vegetativen Lebens äusserst langsame Zunahme erfährt. Wir gehen nun zu den einzelnen der S. 56 aufgezählten Salze über.

Chlornatrium: $Na\,Cl$.

Farblose, durchscheinende bis durchsichtige Krystalle des tesseralen Systems, gewöhnlich Würfel, zuweilen aber, namentlich bei Gegenwart organischer Substanzen, Octaëder, von rein salzigem Geschmack, in der Glühhitze schmelzend und sich zum Theil verflüchtigend. In Wasser leicht löslich. Färbt die Löthrohrflamme intensiv

gelb und wird durch salpetersaures Silber weiss und käsig gefällt. Ueber die mikroskopische Krystallform des Chlornatriums vergl.: Robin et Verdeil: Atlas Pl. I. Fig. 1, 2 u. 3. Eine sehr vollständige und genaue Zusammenstellung der mikroskopischen Krystallisationen des Chlornatriums. Ferner: Funke: Atlas der physiolog. Chemie. 2te Aufl. T. II. Fig. 3.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Chlornatrium ist im Thierorganismus ausserordentlich verbreitet und nicht nur in allen thierischen Flüssigkeiten, sondern auch in allen Geweben und Organen enthalten. Von allen anorganischen Salzen kommt es in den thierischen Flüssigkeiten in grösster Menge vor, und es ist in hohem Grade bemerkenswerth, dass hier und insbesondere im Blute seine Menge eine ziemlich constante und von dem Kochsalzgehalte der Nahrung unabhängige ist. Auch die Vertheilung des Kochsalzes in den verschiedenen Körpertheilen ist eine sehr eigenthümliche. So ist es im Blute hauptsächlich im Blutplasma, d. h. in der Flüssigkeit enthalten, in welcher die Blutkörperchen suspendirt sind, während letztere nur sehr wenig oder kein Kochsalz enthalten. So sind im Chylus, Lymphe, Eiweiss der Eier bedeutende Mengen davon enthalten, während es im Safte des Muskelfleisches und einiger Drüsen und im Eidotter ausserordentlich zurücktritt. Durch ihren hohen Kochsalzgehalt ausgezeichnet sind Speichel, Magensaft, Schleim, Eiter und entzündliche Exsudate.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Genaue Bestimmungen der Gesammtmenge des Kochsalzes im thierischen Organismus liegen nicht vor. Barral schätzt die Menge desselben zu 0,2680 Gewichtstheilen auf 100 Thle. Körpergewicht, und berechnet mit Zugrundelegung dieser Zahl, und unter Anwendung der von Quetelet gegebenen Tabellen über das mittlere Körpergewicht in den verschiedenen Lebensaltern die Gesammtmenge des Kochsalzes im 68,9 Kilogr. (137,8 Zollvereinspfund) wiegenden Körper eines 30jährigen Mannes zu 184,7 Grammes. Barral geht aber hierbei von der Voraussetzung aus, dass der Gehalt derjenigen Gewebe an Kochsalz, von denen derartige Gewichtsbestimmungen nicht vorliegen, der mittlere der übrigen sei, eine ganz willkührliche und sicherlich unrichtige Annahme, die obigen Zahlen allen Werth benimmt. Eine übersichtliche Darstellung der Kochsalzmengen thierischer Flüssigkeiten entnehmen wir Lehmann's Lehrbuche der physiologischen Chemie; die Columne a. enthält den Procentgehalt der Flüssigkeit, die Columne b. den Procentgehalt des festen Rückstandes, und die Columne c. den Procentgehalt der Asche:

	a.	b.	c.
Menschliches Blut	0,421	1,931	57,641
Pferdeblut	0,510	2,750	67,105
Chylus	0,531	8,313	67,884
Lymphe	0,412	8,246	72,902
Frauenmilch	0,087	0,726	33,089
Speichel	0,153	12,988	62,195
Magensaft (vom Hunde)	0,126	12,753	42,089

	a.	b.	c.
Galle	0,364	3,353	30,464
Harn	0,332	5,187	22,972
Schleim	0,583	13,100	70,000
Eiterserum	1,260	11,454	72,330
Pleuraexsudat	0,750	10,416	73,529
Faserkrebs der Brust	0,314	6,043	65,391

Zustände des Chlornatriums.

Zustände im Organismus. Der Zustand, in welchem sich das Chlornatrium im Organismus befindet, ist im Allgemeinen der einer einfachen Lösung, und das Lösungsmittel ist das Wasser. Auch das in den festweichen Organen vorkommende Kochsalz ist in Wasser gelöst, es bildet keinen Bestandtheil der organisirten Faser oder Zelle, sondern einen Bestandtheil der sogenannten parenchymatösen Flüssigkeiten der Gewebe, die sich durch Auspressen derselben und mechanische Zerstörung ihrer Formelemente gewinnen lassen. Auch in den Knochen, Zähnen und Knorpeln ist es wohl nur Bestandtheil der sie durchtränkenden oder durchströmenden Säfte.

Abstammung des Chlornatriums.

Abstammung. Alles im Körper vorkommende Chlornatrium stammt von der Aussenwelt, und wird durch die Nahrung dem Körper einverleibt. Die Menge des aufgenommenen Kochsalzes ist natürlicherweise abhängig von der Menge der Nahrung, vom Kochsalzgehalte derselben an und für sich und von dem als Würze zugesetzten.

Austritt des Chlornatriums.

Austritt. Das Kochsalz tritt aus dem Körper mit dem Harne, den Excrementen, dem Mund- und Nasenschleim, dem Schweisse und, wenn die Beobachtungen von Wiederhold richtig sind, zum allerdings geringen Theile auch mit den Lungengasen. Letzteres würde sich nur durch die Annahme erklären lassen, dass geringe Mengen desselben im Wasserdampf flüchtig sind, was allerdings kaum mehr befremdlich erscheinen kann, wenn man sich an die Flüchtigkeit der Borsäure bei Gegenwart von Wasserdämpfen erinnert. Der grösste Theil des Chlornatriums wird mit dem Harn ausgeschieden. Auf diesem Wege scheidet ein erwachsener Mann von 63,65 Kilogr. Körpergewicht in 24 Stunden im Mittel 11,88 Grm. aus. Rechnet man aber dazu die mit den übrigen Excreten austretenden Kochsalzmengen, so würde nach den Beobachtungen von Barral diese Gesammtmenge immer noch kleiner sein, wie die mit den Nahrungsmitteln aufgenommene. Dies begreift sich leicht, wenn man berücksichtigt, dass im Organismus immer eine gewisse Menge Kochsalz chemische Umsetzungen erleidet. So stammt das Chlorkalium des Fleisches und der Blutkörperchen wahrscheinlich von einer Umsetzung des Chlornatriums und phosphorsauren Kalis in phosphorsaures Natron und Chlorkalium, die freie Salzsäure des Magensaftes und das Natron der Galle haben wahrscheinlich einen ähnlichen Ursprung, und so darf ein theilweises Verschwinden des Chlornatriums im Organismus allerdings nicht Wunder nehmen. Doch dürfen wir nicht verschweigen, dass

die vorhandenen Beobachtungen nicht jene Schärfe und Genauigkeit besitzen, die ein derartiges partielles Verschwinden bei dem geringen Betrage der Differenz als mit Sicherheit constatirt erscheinen liessen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Der bedeutende Kochsalzgehalt des Thierorganismus, die Unabhängigkeit seiner Menge im Blute von der mit der Nahrung aufgenommenen, die typische Vertheilung desselben im Blute und den Geweben, endlich der Instinct, der Thiere und Menschen zu seinem Genusse antreibt, alle diese Umstände lassen an der physiologischen Bedeutung des Chlornatriums für den Lebensprocess nicht zweifeln, und es entsteht nur die Frage: in welcher Weise es bei den Functionen desselben betheiligt ist. Obgleich es uns zur Erledigung dieser Frage nicht an einzelnen Anhaltspunkten fehlt, so sind sie doch nicht ausreichend, dieselbe erschöpfend und mit Hinweis auf unwiderlegliche Thatsachen zu beantworten, vielmehr sehen wir uns genöthigt, hier das Gebiet der Hypothesen zu betreten. Vor Allem ergiebt sich aus seinen Beziehungen zum Organismus, dass es, stets in Lösung vorkommend, zur Vermittelung allgemeiner stofflicher Vorgänge dient, ohne durch seine Bestandtheile selbst Antheil an dem Bildungsprocesse der Gewebe zu nehmen, und dass seine physiologische Bedeutung zum Theil auf physikalische, zum Theil aber auf chemische Wirkungen zurückzuführen ist.

In ersterer Beziehung hat es unzweifelhaft einen bedeutenden Einfluss auf die Diffusionsvorgänge im Körper. Der Kochsalzgehalt der thierischen Flüssigkeiten bedingt wahrscheinlich einen höheren Elasticitätscoëfficienten der Gewebe, und übt durch Verengerung ihrer Poren zugleich einen Einfluss auf die Art und die Geschwindigkeit der Diffusion anderer im Wasser aufgelöster Bestandtheile der thierischen Flüssigkeiten aus. Aus den Versuchen von Liebig ergiebt sich eine bestimmte Beziehung des Aufsaugungsvermögens thierischer Membranen zu dem Salzgehalte der Lösungen, die sich auch auf die Blutgefässe übertragen lässt. Mit dem Salzgehalte getrunkenen Wassers ändert sich auch das Aufsaugungsvermögen der Blutgefässe für das Wasser; ist dessen Salzgehalt kleiner wie der des Blutes, so wird es mit grösster Schnelligkeit aufgenommen und durch die Nieren wieder ausgeschieden; bei einem gleichen Salzgehalte tritt ein Gleichgewicht ein; enthält das Wasser mehr Salz als das Blut, so tritt es nicht mehr durch die Nieren, sondern durch den Darmcanal aus.

Dass ein Zusatz von Kochsalz zu unseren Speisen die Verdauung derselben befördert, und dass der menschliche Instinct diesen Zusatz als etwas geradezu Unentbehrliches zu allen Zeiten und bei allen Völkern herausgefühlt hat, ist bekannt genug. Für Thiere hat den Einfluss eines Kochsalzzusatzes zu ihrem Futter auf ihr Gedeihen Boussingault durch eine Reihe von Beobachtungen dargethan. Das Kochsalz wirkt bei der Mästung der Thiere nicht direct fleischerzeugend, sondern es wirkt nur Verdauung befördernd und beschleunigend durch Hervorrufung einer reich-

licheren Secretion des Speichels und Magensaftes und durch seinen Einfluss auf die Diffusionsvorgänge. Auch noch auf eine andere von physikalischen Verhältnissen abhängige Bedeutung des Kochsalzes im Blute hat man hingewiesen. Es soll nämlich in Verbindung mit Albumin die Auflösung der Blutkörperchen verhindern. Diese Annahme stützt sich auf Versuche, aus denen sich ergiebt, dass sich Blutkörperchen in einer reinen concentrirten Eiweisssolution alsbald auflösen, enthält aber die Eiweisssolution nur 1 Proc. Kochsalz, so bleiben die Blutkörperchen unverändert. Umgekehrt verändern sich die Blutkörperchen auch in einer reinen Kochsalzlösung; setzt man aber zu dieser Lösung Albumin, so erhalten sich die Blutkörperchen in ihrer Integrität.

Die chemischen Wirkungen des Kochsalzes im Organismus sind sicherlich nicht von geringer Bedeutung, allein wir sehen darüber noch weniger klar, wie über seine physikalischen Beziehungen, und bewegen uns hier auf dem wenig tröstlichen Felde reiner Vermuthungen. So hat man aus der Löslichkeit von Albumin und Casein in Kochsalzlösung den Schluss gezogen, dass die Gegenwart von Kochsalz im Blute das Gelöstsein dieser Gewebsbildner bedinge, — man hat auf die Thatsache hingewiesen, dass Chlornatrium ebensowohl mit Harnstoff wie mit Krümelzucker bestimmte chemische Verbindungen eingehe, und beide Stoffe immer auch im Thierkörper von Kochsalz begleitet vorkommen, so dass es wohl möglich wäre, dass Chlornatrium einen Antheil an der Ausscheidung des Harnstoffs und an der Bildung und Umwandlung des Zuckers hätte, und dass die Abwesenheit des Harnstoffs sowie die des Kochsalzes im Muskel, dagegen die Aufnahme dieses Endproductes der regressiven Stoffmetamorphose ins Blut in einem engen Zusammenhange mit der Gegenwart des Kochsalzes stände.

Der wesentliche Bestandtheil der Galle sind die Natronsalze zweier organischer Säuren, zur Bildung der Galle ist demnach eine gewisse Menge Natron nöthig. Wenn bewiesen wäre, dass dieses Natron von dem Kochsalze stammt, so wäre damit freilich die Bedeutung des Kochsalzes für die Gallenbildung dargethan, allein dieser Beweis, dass das Natron der Galle vom Kochsalze und nicht von anderen Natronsalzen stamme, ist noch nicht geliefert. Gewichtigere Stützen haben wir für andere Umsetzungen des Chlornatriums im Organismus. — Für die Ernährung des Muskelgewebes ist Chlorkalium ein sehr wesentlicher Factor, diess gilt ebensowohl für die Pflanzenfresser wie für die Omnivoren. Im Blute der Pflanzenfresser aber finden wir auf 4 Theile kohlensaurer Alkalien 3 Theile kohlensaures Natron und nur 1 Theil kohlensaures Kali, während im Muskelsafte nur Chlorkalium vorkommt; es muss demnach im Blute der Pflanzenfresser sich das Chlornatrium mit dem von der Nahrung stammenden kohlensauren Kali umsetzen. Im Blute des Menschen und der körnerfressenden Thiere ist das darin vorkommende Kochsalz stets begleitet von phosphorsaurem Kali. Diese Salze können aber nicht neben einander ohne Wechselzersetzung bestehen. Sie zersetzen sich in

phosphorsaures Natron und Chlorkalium. Sohin erscheint der indirecte Einfluss des Chlornatriums auf die Entwickelung des Muskelgewebes unzweifelhaft. — Wenn es sicher ist, dass sich die freie Salzsäure des Magensaftes nur aus einer Zersetzung der Chloride erklären lässt, so ist das Kochsalz jedenfalls bei der Bildung dieser für die Function des Magensaftes so wichtigen Säure betheiligt, denn der Magensaft ist reich an Kochsalz. Obgleich es unzweifelhaft ist, dass sich bei organischen Bildungsprocessen das Kochsalz nicht direct betheiligt, so sprechen doch der hohe Kochsalzgehalt zellenreicher Organe, wie z. B. der Knorpel, und zellenreicher Secrete und Exsudate, wie des Schleims, Eiters, der Krebsgeschwülste, endlich die Beobachtung, dass bei Bildung zellenreicher Exsudate in den Lungen (Pneumonie) das Chlornatrium aus dem Harn vollständig verschwindet, für eine gewisse wenngleich ihrer Natur nach ungekannte Beziehung des Chlornatriums für den Zellenbildungsprocess.

Die hohe Bedeutung des Chlornatriums für den Lebensprocess im Allgemeinen erhellt aus der von Bidder und Schmidt ermittelten interessanten Thatsache, dass hungernde Thiere sehr bald gar kein Kochsalz mehr durch den Harn ausscheiden, so dass also die Gewebe und Säfte dasselbe hartnäckig zurückhalten.

Literatur: Barral: l. c. — Wiederhold: Deutsche Klinik Nr. 18. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. Tabelle LXX. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. I, S. 22. — Liebig: Chem. Briefe. 4te Aufl. Bd. II, S. 118. Boussingault: Annal. de phys. et chim. T. XIX, XX, XXII. — Robin et Verdeil: Traité de chim. anat. T. II, p. 197.

Chlorkalium: KCl.

Kommt in Krystallform und Eigenschaften mit dem Chlornatrium überein. Färbt die Löthrohrflamme violett und giebt in Lösung mit Platinchlorid einen gelben Niederschlag von Kaliumplatinchlorid. Salpetersaures Silber fällt daraus Chlorsilber.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Chlorkalium ist im Allgemeinen Begleiter des Chlornatriums im Organismus, doch tritt es in den meisten Organen und Geweben der Menge nach zurück. Eine Ausnahme hiervon machen vorzugsweise die Blutkörperchen, die Flüssigkeit des Fleisches und einiger anderen Drüsensäfte. In den Blutkörperchen ist nämlich das Chlornatrium durch Chlorkalium vertreten, und in der Fleischflüssigkeit überwiegt es das Kochsalz sehr bedeutend. Auch die Milch enthält mehr Chlorkalium wie Chlornatrium.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Die sonstigen physiologisch interessanten Beziehungen des Chlorkaliums fallen, so weit sie überhaupt bekannt sind, mit denen des Chlornatriums zusammen. Dass ein Theil des Chlorkaliums wahrscheinlich durch Umsetzung des Chlornatriums und phosphorsauren Kalis entstehen dürfte, wurde bereits beim Chlornatrium erwähnt. Interessant, wenn sie sich bestätigte, wäre die Beobachtung Braconnot's und Daurier's, welche

gefunden haben wollen, dass Schafe, die täglich 15 Grammes Chlornatrium mit dem Futter erhielten, durch den Harn nur Chlorkalium ausschieden. Es würde daher im Organismus dieser Pflanzenfresser eine Umsetzung des Chlornatriums in Chlorkalium stattfinden. Ueberhaupt scheint aber bei Pflanzenfressern das Chlorkalium in reichlicherer Menge vorzukommen, wie bei Fleischfressern und Omnivoren.

Chlorammonium: NH_4, Cl.

Farblose Krystalle, gewöhnlich Octaëder, zuweilen aber auch Würfel. Die mikroskopischen Krystallisationen des Kochsalzes bei Gegenwart organischer Stoffe sind denen des Chlorammoniums oft täuschend ähnlich, und haben schon vielfach Verwechselungen veranlasst. In Wasser leicht löslich, vollkommen flüchtig. Entwickelt mit Kali- oder Kalkhydrat Ammoniak, und giebt mit Platinchlorid einen gelben Niederschlag von Ammoniumplatinchlorid, mit salpetersaurem Silberoxyd einen weissen von Chlorsilber. Mikroskopische Abbildungen finden sich bei Robin et Verdeil: Atlas Pl. II, Fig. 3.

Vorkommen.

Vorkommen. Es fehlt nicht an Angaben über das Vorkommen des Chlorammoniums im Thierkörper, allein dieselben sind im Allgemeinen wenig zuverlässig. Man will diese Verbindung im Urin, dem Speichel, den Thränen, in der Hautsalbe, im Schweiss und im Magensaft gefunden haben. Mit einiger Genauigkeit scheint aber nur seine Gegenwart im Magensafte des Schafes und Hundes constatirt zu sein. Dass geringe Mengen von Ammoniaksalzen im Harn, im Schweiss und in der Exspirationsluft vorkommen, ist unzweifelhaft, allein nicht entschieden ist es, in welcher Verbindungsform dieselben zugegen sind. Wiederhold will Salmiak in der Exspirationsluft durch die dendritische Krystallform nachgewiesen haben, allein wir haben bereits oben erwähnt, wie leicht hier eine Verwechselung mit Kochsalz ist. Zudem sprechen alle Gründe dafür, dass das Ammoniak der Ausathmungsluft an Kohlensäure gebunden sei.

Wo überhaupt Salmiak im Thierkörper vorkommt, findet er sich in ausserordentlich geringer Menge. Im Magensafte des Schafes und Hundes fanden Bidder und Schmidt: im speichelfreien des Hundes 0,0468 Proc., im speichelhaltigen derselben Thiere 0,0537 Proc., in dem des Schafes 0,0473 Proc.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Ob das im Thierkörper vorkommende Chlorammonium von aussen stammt und mit den Nahrungsmitteln in den Körper gelangt, oder ob es Product chemischer Umsetzungen im Organismus ist, ist nicht zu entscheiden, doch ist letzteres wahrscheinlicher. Seine Ausscheidung, wenn es überhaupt als solches ausgeschieden wird, erfolgt wohl durch den Harn, vielleicht durch den Schweiss. Doch fehlen darüber exacte Beobachtungen gänzlich. Seine physiologische Bedeutung ist jedenfalls eine sehr untergeordnete, wenn es nicht gar ein zufälliger und unwesentlicher Bestandtheil des Thierkörpers ist.

Fluorcalcium: CaF.

Künstlich dargestellt weisses körniges, in Wasser unlösliches Pulver. Schmilzt erst in sehr hoher Temperatur. Wird durch Säuren unter Entwickelung von Flusssäure zersetzt.

Vorkommen. **Vorkommen.** Sehr geringe Mengen von Fluorcalcium oder besser von Fluor, welches man wegen der überhaupt vorhandenen Basen an Calcium gebunden voraussetzt, hat man in den Knochen und Zähnen, namentlich im Schmelze der letzteren nachgewiesen. Auch im Blute will man neuerdings geringe Spuren von Fluormetallen gefunden haben.

Durch welche Nahrungsmittel es in den Körper gelangt, wie es aus selbem austritt und welche physiologische Bedeutung ihm zukommt, ist gänzlich unbekannt.

Kohlensaures Natron: NaO, CO_2.

Krystallisirbares, in Wasser leicht lösliches, alkalisch schmeckendes und reagirendes Salz; durch stärkere Säuren unter Austreibung der Kohlensäure zersetzt. Bei überschüssig vorhandener Kohlensäure verwandelt es sich in zweifach-kohlensaures Natron, $NaO.2CO_2$, und unter Umständen scheint sich bei Gegenwart von Kohlensäure auch anderthalb kohlensaures Natron, $2NaO.3CO_2$, bilden zu können.

Vorkommen. **Vorkommen.** Kohlensaures Natron findet man häufig in der Asche thierischer Substanzen, allein dieses kohlensaure Alkali stammt dann meist wohl von der Verbrennung organischer an Natron gebundener Verbindungen. Doch kann nach Allem nicht bezweifelt werden, dass es auch in gewissen thierischen Flüssigkeiten präformirt vorkommt, so namentlich im Blute grasfressender Thiere, und in geringerer Menge auch wohl im Blute der Omnivoren und im Harne der Pflanzenfresser. Auch im Harne der Menschen treten unter Umständen nicht unbeträchtliche Mengen von kohlensauren Alkalien auf, dann nämlich, wenn dem Organismus neutrale pflanzensaure Alkalien einverleibt werden. Diese erscheinen im Harn als kohlensaure Alkalien wieder, und es wird daher der sonst bei Omnivoren und Fleischfressern saure Harn bald nach dem Genusse pflanzensaurer Alkalien deutlich alkalisch, eine Reaction, die der Harn der Pflanzenfresser im normalen Zustande zeigt. Auch in der Lymphe und dem Parotidenspeichel des Pferdes will man kohlensaures Natron gefunden haben.

So viele Gründe übrigens für die Gegenwart kohlensauren Natrons im Blute etc. sprechen, so dürfen wir doch nicht verschweigen, dass man keineswegs dieses Salz als solches im isolirten Zustande abgeschieden und dadurch den unwiderleglichsten Beweis für seine Gegenwart geliefert hat, sondern es sind die vorliegenden Beweise für seine Gegenwart theoretische und indirecte. Man schliesst auf die Gegenwart kohlensaurer Alkalien im Blute, weil man bei vorsichtiger Bereitung der Blutasche darin

Kohlensäure an Alkalien gebunden findet, weil ferner das Blut alkalische Reaction besitzt, und nach allen Beobachtern übereinstimmend Kohlensäure in einer löslichen chemischen Verbindung enthält, wie diess bereits bei Gelegenheit des Kohlensäuregases erörtert wurde. Wenn aber Kohlensäure an Basen gebunden im Blute vorkommt, und zwar in alkalischer Lösung, so können diese Basen selbstverständlich nur Alkalien sein, denn nur die Verbindungen der Kohlensäure mit Alkalien sind als einfach kohlensaure Salze für sich im Wasser löslich und, wenn kohlensaure Alkalien im Blute vorkommen, so wird, da im Blute neben Kali immer auch Natron und zwar abgesehen vom Chlornatrium in meist überwiegender Menge vorkommt, wohl ein Theil der Kohlensäure auch an Natron gebunden sein. Ein weiterer Grund für die Annahme kohlensaurer Alkalien im Blute liegt in dem Resultate der mit Blut und Blutserum angestellten Absorptionsversuche für Gase. Diesen Versuchen zufolge verhält sich eine Lösung von kohlensaurem Natron gegen freie Kohlensäure ganz analog dem Blutserum; so wie dieses nimmt sie theils Kohlensäure chemisch auf, indem sich Bicarbonat bildet, und theils absorbirt sie dieselbe einfach nach dem Dalton-Bunsen'schen Gesetze, und so wie man aus dem Blute die Kohlensäure zum Theil durch ein indifferentes Gas austreiben kann, so verliert auch doppelt kohlensaures Natron durch Einleiten eines anderen Gases ein Aequivalent Kohlensäure. So wichtig diese Beobachtungen sind, so darf man doch nicht vergessen, dass sich phosphorsaures Natron ganz ähnlich verhält, und da nun dieses Salz im Blute ebenfalls enthalten ist, so können selbe keineswegs für sich als ein Beweis der Gegenwart kohlensaurer Alkalien angesehen werden. Von Bedeutung aber ist der Umstand, dass in dem an phosphorsauren Alkalien ärmeren Blute der Pflanzenfresser die Absorptionsvorgänge dieselben sind, was sich durch die Annahme von kohlensauren Alkalien zur Genüge erklären lässt, da diese in der That in dieser Hinsicht den phosphorsauren Alkalien gleichwerthig sind. Auf experimentellem Wege ermittelt ist daher nur, dass die Blutasche kohlensaures Alkali enthält, und dass im Blute selbst Kohlensäure in einer löslichen chemischen Verbindung enthalten ist, dass diese Verbindung aber ein kohlensaures Alkali ist, ist durch Induction erschlossen. Wir werden sogleich sehen, dass diese Schlussfolgerung auch noch durch andere Gründe gestützt wird.

Mengenverhältnisse.

Ueber die Mengenverhältnisse des kohlensauren Natrons sind nach den gegebenen Erörterungen genaue Angaben nicht wohl zu erwarten. Nach Lehmann würde die Menge des kohlensauren Natrons im Blute für 1000 Theile desselben 0,1628 betragen, eine Menge, die aber nur aus der auf chemischem Wege aus dem Blute ausgetriebenen Kohlensäure berechnet ist. Für die Lymphe berechnet Nasse 0,056 Proc. Die Mengen kohlensaurer Alkalien im Harn der Pflanzenfresser sind natürlich viel bedeutender.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Wo dieses Salz im Organismus vorkommt, ist es einfach gelöst, allein eine andere Frage ist die, ob die Form, in der es namentlich im Blute vorkommt, die des einfach, die des anderthalb kohlensauren Natrons, oder endlich die des Bicarbonates ist. Wenn man berücksichtigt, dass freie Kohlensäure neben kohlensaurem Natron so lange nicht bestehen kann, als noch die Bildung von Bicarbonat stattfinden kann, so wird man bei dem Umstande, dass die Luft in den Lungenbläschen mindestens 8 Proc. Kohlensäure enthält, annehmen müssen, dass das kohlensaure Natron im Blute als Bicarbonat enthalten sei, denn nach den Versuchen von L. Meyer nimmt eine Sodalösung aus einer Kohlensäure enthaltenden Atmosphäre so lange Kohlensäure auf, bis das rückständige Gas noch etwa 1 Proc. Kohlensäure enthält. Ist dieser Zustand eingetreten, so hält die Tension der Kohlensäure der chemischen Anziehung das Gleichgewicht, so dass eine weitere Aufnahme nicht stattfindet. Umgekehrt wird aber eine Lösung von Bicarbonat an eine kohlensäurefreie Atmosphäre so lange Kohlensäure abgeben, bis der Kohlensäuregehalt derselben etwa 1 Proc. beträgt, bei welchem Punkte wieder Gleichgewicht eintritt. Für das Vorkommen von doppelt kohlensaurem Natron im Blute sprechen auch von Liebig ermittelte Thatsachen. Fällt man nämlich Blutserum mit Alkohol und wäscht den Niederschlag vollständig aus, so giebt das Albumin beim Verbrennen keine alkalische Asche und enthält kein Natron. Leitet man nun durch die alkoholische Flüssigkeit Wasserstoffgas, so treibt dieses Kohlensäure aus, wie diess nach den Versuchen von H. Rose und Magnus auch bei doppelt kohlensaurem Natron der Fall ist. Setzt man endlich zu der weingeistigen Flüssigkeit Quecksilberchlorid, so giebt diess, wie mit doppelt kohlensaurem Natron, keinen Niederschlag, setzt aber gerade so wie in Lösungen von doppelt kohlensaurem Natron nach einiger Zeit braune Krystalle von Quecksilberoxychlorid ab. Trotz allen diesen Gründen für die Gegenwart von Bicarbonat im Blute glaubt aber dennoch L. Meyer aus seinen Versuchen folgern zu müssen, dass im arteriellen Blute kein Bicarbonat, sondern einfach oder anderthalb kohlensaures Natron vorkomme, und dass im kreisenden Blute besondere Umstände die Bildung von Bicarbonat zu verhindern scheinen. L. Meyer folgert diess aus der von ihm beobachteten Thatsache, dass arterielles Hundeblut beim Auskochen in luftverdünntem Raume rasch 5 bis 6 Volumprocente Kohlensäure abgiebt, welche Menge derjenigen entspricht, die unter den in der Lunge stattfindenden Druckverhältnissen als einfach absorbirt anzusehen ist. Weiteres dreistündiges Kochen ergab keine messbare Kohlensäureentwickelung mehr. So bemerkenswerth diese Beobachtungen sind, so kann man ihnen doch keine volle Beweiskraft und am Allerwenigsten für das kreisende Blut zugestehen, und erscheinen sie sicherlich nicht hinreichend, die für die Bildung von Bicarbonat im Blute sprechenden oben aufgezählten Thatsachen zu entkräften. Wir werden uns daher wohl kaum von der Wahrheit sehr entfernen, wenn wir annehmen, dass die kohlensauren Al-

kalien in allen drei Sättigungszuständen als einfach, als anderthalb und als doppelt kohlensaure Alkalien im Organismus vorkommen können, und dass diese Sättigungszustände abhängig sind einerseits von dem Kohlensäuregehalt der Lufträume, mit denen die Lösungen derselben in Wechselwirkung treten, und anderseits vielleicht von uns noch unbekannten Verhältnissen der thierischen Flüssigkeiten und ihrer sonstigen Bestandtheile.

Abstammung. Die im Thierkörper vorkommenden kohlensauren Alkalien werden selbem jedenfalls nur zum Theil von Aussen mit den Nahrungsmitteln und Getränken zugeführt, ein anderer Theil wird im Organismus selbst erst gebildet, und zwar durch Verwandlung der Natronsalze organischer dem Organismus zugeführter oder in ihm selbst erst durch Umsetzungen entstandener Säuren in kohlensaures Natron durch die energisch oxydirenden Wirkungen des Thierkörpers. Schon seit lange weiss man, dass beim Genuss von Obst, wie Kirschen, Erdbeeren, Aepfeln, oder von gewissen anderen Vegetabilien der sonst sauer reagirende Harn des Menschen alkalisch wird und dann kohlensaure Alkalien enthält. Alle diese Früchte und Vegetabilien aber, die den Harn alkalisch machen, enthalten Pflanzensäuren: Aepfelsäure, Citronensäure und Weinsäure an Alkalien gebunden. Wöhler hat gezeigt, dass sich äpfelsaure, citronensaure, weinsaure und andere organisch-saure Alkalien dem Organismus durch den Mund oder in Form eines Klystieres einverleibt gerade so verhalten, wie die oben genannten diese Salze enthaltenden Vegetabilien. Sie machen den Harn alkalisch, indem sie im Organismus zu kohlensauren Salzen verbrannt, im Harn als kohlensaure Alkalien austreten. Es ist daher klar, dass ein Theil der im Thierkörper vorkommenden kohlensauren Alkalien von dieser Quelle stammen wird, und diess wird dadurch um so einleuchtender, dass gerade das Blut und der Harn der Pflanzenfresser reich an kohlensauren Alkalien sind, während im Blute der Omnivoren die kohlensauren Alkalien sehr gegen die phosphorsauren zurücktreten, und sie bei auf ausschliessliche Fleischdiät gesetzten Thieren vielleicht ganz fehlen. Die kohlensauren Alkalien des Harns der Pflanzenfresser stammen daher von den im Organismus zu kohlensauren Salzen verbrannten pflanzensauren Alkalien des Futters her. Nach diesen Erwägungen erscheint es wahrscheinlich, dass auch im Organismus erzeugte Säuren, deren es nicht wenige giebt, zur Bildung von kohlensauren Alkalien Veranlassung geben können; indem sie bereits vorhandenes kohlensaures Alkali zersetzen, bilden sich Salze dieser Säuren, die aber ebenso schnell wieder zu kohlensauren Salzen verbrannt werden, als sie sich bilden.

Austritt. Dass das im Organismus in der soeben angegebenen Weise gebildete kohlensaure Natron zum Theil durch den Harn ausgeschieden wird, wurde bereits erwähnt. Auch ergiebt sich aus dem

Obigen, dass ein Theil desselben immer wieder zersetzt wird, indem die frei werdende Kohlensäure durch die Lungen etc. entweicht. Eine ähnliche Zersetzung kann möglicherweise durch freie dem Organismus einverleibte Säuren veranlasst werden, und ebenso kann jener Theil der mit dem Speichel in den Nahrungsschlauch gelangt, hier zum Theil eine analoge Zersetzung erfahren, zum Theil wieder resorbirt werden und zum Theil endlich mit der Darmausleerung den Körper verlassen. Experimentelle Beweise fehlen aber für alle diese Möglichkeiten noch völlig, wie denn auch die Thatsache, dass man die Menge des im Körper vorkommenden kohlensauren Natrons nicht kennt, es zur Zeit unmöglich macht, die Ausgaben mit den Einnahmen zu vergleichen. Was von dem Austritte und der eventuellen Zersetzung des im Organismus gebildeten kohlensauren Alkalis angeführt wurde, hat natürlich auch für das von aussen mit Nahrungsmitteln und Getränken eingeführte seine Geltung.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die Kenntnisse, die wir von den chemischen Processen im Thierkörper, von dem Gaswechsel in der Respiration, endlich von dem Einflusse der Gegenwart von Alkalien auf Oxydations- und andere chemische Umsetzungen besitzen, berechtigen uns zu der Annahme, dass die Rolle der kohlensauren Alkalien im Organismus eine hervorragende sein müsse.

Wenn wir uns nach Allem das Blut in seiner Wechselwirkung auf Gewebe und Organe, in die es durch zahllose Capillaren eindringt, als den Hauptheerd der im Körper stattfindenden Oxydationsprocesse denken müssen, so erscheint die Gegenwart von Verbindungen, die wie die kohlensauren Alkalien ähnliche nur etwas gemilderte Eigenschaften besitzen, wie die freien Alkalien, in denen das Alkali demnach nicht vollkommen neutralisirt ist, für die im Blut stattfindenden Oxydationsprocesse von höchster Bedeutung. Wir wissen nämlich, dass zahlreiche organische Verbindungen bei Gegenwart von freiem Alkali sich mehr oder weniger rasch oxydiren, während sie für sich gegen Sauerstoff, auch gegen activen Sauerstoff sich vollkommen indifferent verhalten. So oxydirt sich Gallussäure oder Pyrogallussäure bei Gegenwart von Alkali sehr rasch und wird in wenigen Minuten zerstört, während ohne Alkali eine Oxydation derselben bei gewöhnlicher Temperatur nicht erfolgt. So löst sich Blutfarbstoff in Kalilauge, und erhält sich bei Abschluss der Luft monatelang unverändert; lässt man aber Luft oder Sauerstoff zutreten, so findet sogleich Sauerstoffabsorption statt, und der Farbstoff wird zerstört. Aehnlich verhalten sich andere organische Farbstoffe (Chevreul, Scherer). Selbst starker Alkohol oxydirt sich, wenn er ein freies Alkali enthält, bei gewöhnlicher Temperatur, und färbt sich braun. So verhält sich Glycerin selbst gegen Ozon vollkommen indifferent, bei Gegenwart von freiem Alkali aber wird es durch dieses Agens rasch in Propionsäure und Ameisensäure übergeführt (Gorup-Besanez); ebenso wird Zucker bei

Gegenwart von freiem Alkali rasch oxydirt, und besitzt dann eine so sehr gesteigerte Affinität zum Sauerstoff, dass er selben sogar Metalloxyden zu entziehen vermag (Trommer'sche Zuckerprobe). Letzteres Beispiel gewinnt für die Vorgänge im Thierkörper dadurch erhöhte Bedeutung, dass nach den Versuchen von Cl. Bernard nach Einführung von Kohlenoxydgas in das Blut, welches, wie wir später ausführlicher erörtern werden, die Sauerstoffaufnahme ins Blut hindert, der Zucker sich im Blute in solcher Menge anhäufen kann, dass er selbst im Harn erscheint. Ebenso schlagend sind für die Bedeutung des Alkalis im Blute die oben mitgetheilten wichtigen Beobachtungen Wöhler's, denen zu Folge organische Säuren begleitet von alkalischen Basen im Organismus zu kohlensauren Alkalien verbrannt werden, während sie im freien Zustande dem menschlichen Organismus einverleibt zum grossen Theile unverändert durch den Harn austreten, so zwar, dass selbst Weinsäure und Gallussäure, ausgezeichnet durch ihre Affinität zum Sauerstoff, als solche im Harn wieder erscheinen. Damit im Einklange steht die Beobachtung, dass die meisten freien organischen Säuren bei gewöhnlicher Temperatur durch Ozon keinerlei Veränderung erleiden, während sie in Gestalt ihrer Alkalisalze oder bei Gegenwart freien Alkalis durch Ozon meist geradezu zu kohlensauren Salzen verbrannt werden (Gorup-Besanez). Wenn man berücksichtigt, dass das Blut des Menschen nur sehr wenig kohlensaure Alkalien enthält, und daher hier die in den Organismus eintretenden organischen Säuren, um chemisch gebunden zu werden, den phosphorsauren Alkalien einen Theil ihrer Basen entziehen und dadurch die alkalische Beschaffenheit des Blutes nothwendigerweise aufheben müssen, so begreift sich ihre Unverbrennlichkeit im menschlichen Blute aus dem Mangel der Hauptbedingung ihrer Verbrennung, und es begreift sich zugleich, dass die Absonderung der freien Säuren in dem Harn der Fleisch- und Körnerfresser eine nothwendige Bedingung der Erhaltung der alkalischen Beschaffenheit ihres Blutes ist. Wenn wir demnach sehen, dass bei Pflanzenfressern die mit dem Futter verzehrten freien organischen Säuren nicht allein, sondern auch die durch die regressive Stoffmetamorphose gebildete und in mehreren Organen derselben nachgewiesene Harnsäure in ihrem Organismus als solche verschwinden und dass bei diesen im alkalischen Harn niemals Harnsäure unter normalen Bedingungen auftritt, während bei den Fleischfressern die organischen Säuren, die von aussen eingeführt sind, und die durch den Stoffumsatz gebildete Harnsäure im sauer reagirenden Harn erscheinen, so werden wir diesen wesentlichen Unterschied auf die überwiegend alkalische Beschaffenheit des Blutes der Körnerfresser zurückzuführen haben, und wir werden für die kohlensauren Alkalien des Blutes eine Function in der Vermittelung der Oxydationsvorgänge und in der Bindung der von aussen eingeführten und der durch den Stoffwechsel in den Geweben und Organen gebildeten organischen Säuren erkennen (Liebig).

Eine andere Function der kohlensauren Alkalien im Blute, die allerdings mit obiger in ziemlich naher Beziehung steht, wäre nach einigen Physiologen die Verseifung der Fette und ihre weitere Oxydation. Experimentelle Beweise für diesen Vorgang im Organismus fehlen bis nun. Wohl aber lehren in jüngster Zeit angestellte Versuche, dass Fette an und für sich von Ozon nicht im Geringsten angegriffen werden, während bei Gegenwart von freiem Alkali alsbald durch Zerstörung des Glycerins Verseifung eintritt, und dass auch hierbei die Wirkung des Ozons nicht stehen bleibt (Gorup-Besanez). Demnach dürfte allerdings die durch die Gegenwart von kohlensauren Alkalien vermittelte Alkalescenz des Blutes einen bestimmenden Einfluss auf die Verseifung und Oxydation der Fette ausüben.

Die Annahme, dass die kohlensauren Alkalien im Blute dazu beitragen, die Albuminate desselben gelöst zu erhalten, gründet sich darauf, dass Albumin in der That in kohlensauren Alkalien löslich ist, und dass Albuminlösungen, so wie sie im Körper vorkommen, stets alkalisch reagiren und darin das Albumin an Alkali lose gebunden zu sein scheint. Neutralisirt man solche Lösungen mit Essigsäure und verdünnt stark mit Wasser, so fällt der grösste Theil des Albumins nieder und löst sich nun in Wasser nicht mehr auf. Es wird ferner durch kohlensaure Alkalien die Gerinnung des Blutfibrins erfahrungsgemäss verhindert.

Wenn es richtig ist, dass im Blute kohlensaures Natron als Bicarbonat vorkommt, oder wenigstens unter gewissen Bedingungen vorkommen kann, so erscheint dadurch das kohlensaure Natron, wie Liebig erörtert hat, als ein sehr wichtiger Factor im Respirationsprocesse: als der Träger der in den Capillaren gebildeten Kohlensäure, mit welcher es Bicarbonat bildet; dieses doppelt kohlensaure Natron mit dem Blute in die Lungen gelangend, wird hier, indem der Sauerstoff der atmosphärischen Luft ein Aequivalent Kohlensäure austreibt, welche mit der Exspirationsluft entweicht, in einfach kohlensaures Natron verwandelt, welches nun abermals geeignet ist, Kohlensäure aufzunehmen u. s. f., so dass eine und dieselbe Menge kohlensauren Alkalis unbegrenzten Mengen von Kohlensäure als Transportmittel zu dienen im Stande wäre. Dieser Ansicht widerspricht nicht nur keine der über den Gasgehalt des Blutes gewonnenen Erfahrungen, sondern sie findet namentlich in dem Verhalten des doppelt kohlensauren Natrons gegen indifferente Gase eine gewichtige Stütze (L. Meyer, Fernet), wobei wir auf eine von Lehmann angestellte Berechnung, wonach auch die im Blute vorhandene Menge lose gebundener Kohlensäure mit der von ihm bestimmten Menge einfach kohlensauren Natrons in einem annähernd gleichen Verhältnisse stände, wie obige Annahme es voraussetzt, aus zwei Gründen keinen besonderen Werth legen wollen: einmal, weil die Methode der Bestimmung des kohlensauren Natrons nicht hinreichende Gewähr der Genauigkeit darbietet, und dann, weil im Blute nach den gewonnenen Erfahrungen das

kohlensaure Natron keinenfalls der alleinige Träger der Kohlensäure ist, sondern diese Function mit dem phosphorsauren Natron theilt.

Endlich ist noch, wenn es sich um die physiologische Function handelt, der Einfluss in Rechnung zu ziehen, den seine Gegenwart im Blute auf die Diffusionsvorgänge ausüben muss; wenn wir gleich diesen Einfluss nicht genau zu präcisiren im Stande sind, und uns dabei nur auf die Thatsache berufen können, dass die Gegenwart gewisser Salze in Lösungen die Permeabilität thierischer Membrane wesentlich modificirt.

Inwiefern die durch Gegenwart von kohlensaurem Alkali vermittelte alkalische Beschaffenheit des Speichels auf die Function des letzteren von Einfluss ist, steht vorläufig noch dahin.

Literatur: Lehmann: Lehrb. der physiol. Chem. Bd. I, S. 407. — Nasse: Simon's Beiträge zur phys. Chem. S. 449. — Lothar Meyer l. c. — Fernet l. c. Liebig: Handwörterb. der Chem. von Liebig, Poggendorff u. Wöhler. Bd. I, S. 901. — Derselbe: Chem. Briefe. B. II. 4te Aufl. S. 108 u. ff.

Kohlensaures Kali: KO, CO_2.

Zerfliessliches, nur schwierig krystallisirbares, alkalisch reagirendes und schmeckendes, in Wasser in allen Verhältnissen lösliches Salz, durch stärkere Säuren unter Aufbrausen zersetzt, färbt die äussere Löthrohrflamme violett und wird durch Weinsäure im Ueberschuss und durch Platinchlorid gefällt. Geht bei Gegenwart überschüssiger Kohlensäure in doppelt kohlensaures Kali über, $KO, 2CO_2$, leicht krystallisirbares, nicht zerfliessliches Salz, sich im Uebrigen dem doppelt kohlensauren Natron analog verhaltend.

Kohlensaures Kali wurde im Blute und im Harne der pflanzenfressenden Thiere und im Parotidenspeichel des Pferdes gefunden, und scheint auch im Harne des Menschen und des Hundes vorzukommen, wenn sie sich von Vegetabilien nähren. Vorkommen.

Alles, was über die Zustände, Ein- und Austritt, und die physiologische Bedeutung des kohlensauren Natrons gesagt wurde, gilt auch für das kohlensaure Kali.

Kohlensaures Ammoniak: $2NH_4O, 3CO_2$.

Ammoniakalisch riechendes krystallisirbares Salz, schon bei gelinder Wärme sich unzersetzt verflüchtigend. Leicht löslich in Wasser. An der Luft verwandelt es sich in zweifach kohlensaures Ammoniak. Braust mit Säuren auf und giebt die Ammoniakreactionen.

Vorkommen. Obgleich Spuren von kohlensaurem Ammoniak wie es scheint constant in der Exspirationsluft vorkommen, so kann man es doch kaum als Normalbestandtheil des thierischen Organismus ansehen, denn aus den Versuchen von Reuling scheint hervorzugehen, dass ebenso viel Ammoniak ausgeathmet wird, als durch das Einathmen mit der atmosphärischen Luft in den Organismus gelangt. In 160000 CC. seiner Vorkommen.

Exspirationsluft fand Reuling ebenso viel Ammoniak, wie in dem gleichen Volumen atmosphärischer Luft.

Wo man sonst im Organismus kohlensaures Ammoniak gefunden hat, findet es sich nur als Zersetzungsproduct oder unter abnormen Bildungsverhältnissen. So enthält das Blut bei schweren Krankheiten zuweilen kohlensaures Ammoniak, so namentlich bei Urämie und in der Cholera. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es hier der Zersetzung des Harnstoffs seine Entstehung verdankt. Dasselbe gilt von den reiswasserartigen erbrochenen Massen in der Cholera, die meist kohlensaures Ammoniak enthalten. Auch im Harn kommt kohlensaures Ammoniak nur in Krankheiten vor, dann nämlich, wenn der Harn lange in der Blase zurückgehalten wird, und hier schon unter der Mitwirkung eines reichlicher abgesonderten Blasenschleims jene Zersetzung zu erleiden beginnt, die das Faulen des Harns ausserhalb des Organismus charakterisirt, und die in der Spaltung des Harnstoffs unter Wasseraufnahme in Kohlensäure und Ammoniak besteht. Auch im Magensaft will man bei Krankheiten hier und da kohlensaures Ammoniak beobachtet haben. Nach Lehmann endlich würde das Vorkommen von Ammoniaksalzen im Schweisse ebenfalls stets auf Zersetzungen stickstoffhaltiger Bestandtheile zurückzuführen sein, und kämen sie im normalen und frischen Schweisse niemals vor.

Nach dem Angeführten bedarf es keiner weiteren Erörterung, dass von einer physiologischen Bedeutung des kohlensauren Ammoniaks nicht die Rede sein kann.

Literatur: Marchand: Journal für praktische Chem. XXXIII, 135. — Thompson: Philosophical Magazine XXX, 124. — Reuling: Ueber den Ammoniakgehalt der exspirirten Luft. Giessen 1854.

Kohlensaurer Kalk: CaO, CO_2.

Unlöslich in reinem Wasser, aber löslich in kohlensäurehaltigem Wasser, worin er sich als doppelt kohlensaurer Kalk auflöst. Aus solchen Lösungen schlägt er sich beim Stehen an der Luft als einfach kohlensaurer Kalk wieder nieder. Beim Glühen verliert er die Kohlensäure, von Säuren wird er ebenfalls unter Austreibung der letzteren zersetzt, indem sich ein Kalksalz der angewandten Säure bildet.

Vorkommen.

Vorkommen. Bei den wirbellosen Thieren tritt der kohlensaure Kalk sehr häufig als Bestandtheil auf, und zwar bei den Infusorien beginnend bis hinauf zu den Cephalopoden. Derselbe tritt bei den Wirbellosen in Gestalt von Ablagerungen in verschiedene Körpertheile auf, und zwar vorzugsweise gern im Bindegewebe. Diese Ablagerungen erfolgen entweder in die Substanz der thierischen Zellenmembran, oder erfüllen die Elementarorgane derart, dass sie nach Art der Pseudomorphosen des Mineralreichs die ursprüngliche Substanz gänzlich verdrängen, aber ihre Form beibehalten. Im Wesentlichen aus kohlensaurem Kalk bestehen oder solchen enthalten: die Kalknadeln der Polypen, die kalkige Achse der Coralliden, der Panzer einiger Infusorien, die erdigen

Ablagerungen in der äussern lederartigen Haut der Echinodermen, die Kalkdeposita innerer Organe und das Skelett der Holothurien, die elliptischen Kalkkörperchen einiger Entozoën, die Muschelschalen, Schneckengehäuse und Kalknadeln bei Mollusken, die Kalkschalen bei Acephalen, Cephaloporen und Cephalopoden, einige Crustaceenpanzer und endlich die Perlen, welche letztere fast nur aus kohlensaurem Kalk bestehen.

Bei den Wirbelthieren findet sich der kohlensaure Kalk normal: als Bestandtheil der Eischale der Vögel und beschuppten Amphibien, der Knochen und Zähne, des Harns der pflanzenfressenden Thiere, des Parotidenspeichels der Pferde, endlich im inneren Gehörorgan des Menschen die sogenannten Gehörsteine oder Otolithen bildend. — Bei niederen Wirbelthieren findet er sich häufig in Gestalt kalkiger Ablagerungen, so bei Fröschen auf den Hüllen des Gehirns und Rückenmarks, und auf der vorderen Seite der Wirbelsäule an der Austrittsstelle der Spinalnerven. Der kohlensaure Kalk ist endlich ein Bestandtheil gewisser pathologischer thierischer Producte, vieler Concretionen, der Ossificationen, der verkreideten Tuberkel u. a. m.

Mengenverhältnisse. Das Verhältniss des kohlensauren Kalks in den Knochen zum phosphorsauren Kalk scheint nach den Untersuchungen von v. Bibra vom Lebensalter abhängig zu sein, und zwar in der Weise, dass der Gehalt der Knochen an kohlensaurem Kalk mit dem Alter zunimmt, womit aber die Resultate Anderer, die allerdings nicht so grosse Reihen von Untersuchungen ausführten wie v. Bibra, nicht übereinstimmen. Wir geben in Nachstehendem einige solche Verhältnisszahlen mit ihren Gewährsmännern: Mengenverhältnisse.

		Kohlens.		Phosphors. Kalk
Lehmann	Knochen eines Neugeborenen . . .	1	:	3,8
	„ „ Erwachsenen	1	:	5,9
	„ „ 63jährigen Greises	1	:	8,1
Valentin	Knochen bei Caries	1	:	8,3
	Callus	1	:	5,4
Barros	Knochen des Schafes	1	:	4,2
	„ „ Löwen	1	:	3,8
	„ „ Huhnes	1	:	8,4
	„ „ Frosches	1	:	3,9
	„ eines Fisches	1	:	1,7
Lassaigne	Zähne eines Neugeborenen	1	:	3,6
	„ „ 6jährigen Kindes . . .	1	:	5,3
	„ „ Erwachsenen	1	:	6
	„ „ 81jährigen Greises . .	1	:	6,6

Der Harn der Pflanzenfresser ist oft so reich an kohlensaurem Kalk, dass derselbe sich alsbald aus dem frisch gelassenen Harn absetzt.

Zustände im Organismus.

Zustände des kohlensauren Kalks im Organismus. De kohlensaure Kalk ist im Körper theils gelöst, theils ungelöst und abge lagert. Gelöst findet er sich zunächst im Harn und Speichel der Pflan zenfresser. Fragt man, wodurch er in diesen Flüssigkeiten gelöst erhal ten wird, so hat man sich daran zu erinnern, dass der kohlensaure Kal zwar in reinem Wasser unlöslich ist, sich aber in Wasser, welches Koh lensäure enthält, auflöst. Es ist daher mindestens wahrscheinlich, das an dem Gelöstsein des kohlensauren Kalks freie Kohlensäure ihren An theil hat. Doch wäre es wohl auch möglich, dass gewisse organisch Substanzen in Lösung, gleich dem Zucker, die Fähigkeit besässen, koh lensauren Kalk aufzulösen. Der im festen Zustande abgelagerte kohlen saure Kalk ist theils amorph, theils krystallisirt. Krystallisirt tritt de kohlensaure Kalk bei höheren Wirbelthieren, namentlich im häutigen La byrinth, die Otolithen bildend auf, ausserdem im Parotidenspeichel de Hundes, im Harn der Pflanzenfresser sich als Sediment abscheidend, end lich in kalkigen Ablagerungen der Reptilien, Frösche, einiger Fisch u. s. w. In pathologischen Concretionen des Menschen kommt er nu selten krystallisirt, und dann gewöhnlich in unausgebildeten Formen vor Die Krystallform ist rhomboëdrisch. Mit Säuren brausen die Krystalle au

Gute Abbildungen vergl. b. Robin et Verdeil Pl. II. Fig. 2 (Otoconie) Pl. III. Fig. 2 (aus Pferdeharn), Pl. IV (aus Hunde-Parotidenspeichel). Ferne Funke Atlas, 2te Aufl. Taf. I. Fig. 1, 2 u. 3.

Abstammung.

Abstammung des kohlensauren Kalks. Ein Theil des in Thierorganismus vorkommenden kohlensauren Kalks stammt jedenfall von Aussen, und gelangt als doppelt kohlensaurer Kalk mit dem Trink wasser und als kohlensaurer Kalk zum Theil auch wohl mit vegetabili schen Speisen fertig gebildet in den Organismus. Diess gilt besonder vom Menschen. Allein bei den Pflanzenfressern wird jedenfalls ei grosser Theil des kohlensauren Kalks, den wir im Harn derselben in s reichlicher Menge antreffen, erst im Organismus selbst erzeugt, und zwa aus mit dem Futter in den Körper gelangenden Kalksalzen organische Säuren, die in selbem in kohlensauren Kalk umgesetzt werden. Endlic kann auch die Möglichkeit nicht in Abrede gestellt werden, dass unte gewissen Umständen im Organismus durch Wechselzersetzung kohlen saurer Alkalien mit anderen Kalksalzen kohlensaurer Kalk gebildet werde könne.

Austritt.

Austritt des kohlensauren Kalks. Es ist wahrscheinlich, das nur ein Theil des dem Organismus von Aussen zugeführten kohlensaure Kalks denselben als solcher wieder verlässt. So scheint namentlich da vollkommene Fehlen des kohlensauren Kalks im Harn des Mensche darauf hinzudeuten, dass hier der kohlensaure Kalk, der mit den Nah rungsmitteln und Getränken in den Organismus gelangt, schon im Blut durch die phosphorsauren Alkalien in phosphorsauren Kalk umgesetz wird, wofür auch eine von Liebig angeführte Thatsache spricht. Wen

nan nämlich einer Auflösung von kohlensaurem Kalk in kohlensäure-altigem Wasser, welche mit so viel Brunnenwasser verdünnt ist, dass ohlensaures Kali oder Natron darin keinen Niederschlag bewirkt, auch ur die kleinste Menge von phosphorsaurem Natron zusetzt, so entsteht ogleich eine bleibende Trübung von phosphorsaurem Kalk. Dass bei len Pflanzenfressern die Ausscheidung des kohlensauren Kalks vorzugs-veise durch den Harn erfolgt, ergiebt der bedeutende Gehalt desselben n diesem Salze.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Ob der kohlensaure Kalk an irgend velchem vitalen Act betheiligt ist, ist noch gänzlich unaufgeklärt. Es ann daher auch vorläufig von einer physiologischen Bedeutung desselben icht die Rede sein. Ihn, wie es von einigen Physiologen geschieht, ls Erhärtungsmaterial für wichtig zu halten, weil er ein Bestandtheil ler Knochen ist, hiesse aussprechen, dass diese Wirkung von einem nderen Salze nicht eben so gut geleistet werden könnte, wofür gerade ei den Knochen alle Beweise fehlen; denn dass durch die Beimischung les kohlensauren Kalks zum phosphorsauren die Festigkeit des Knochens esteigert werde, ist durchaus nicht bewiesen. Bei den wirbellosen Thieren dagegen hat der kohlensaure Kalk als überwiegender Bestand-theil der Schalen der Mollusken etc. unzweifelhaft diese Bedeutung, was eines weiteren Beweises bedarf.

Kohlensaure Magnesia: MgO, CO_2.

Verhält sich im Allgemeinen dem kohlensauren Kalk analog. Unlöslich in rei-em Wasser, löslich in kohlensäurehaltigem, woraus sie sich beim Stehen an der Luft als einfach kohlensaure Bittererde ausscheidet. Mit Ammoniaksalzen bildet die Bittererde meist lösliche Doppelverbindungen; es werden daher Bittererdesalze durch ohlensaures Ammoniak bei Gegenwart von Salmiak nicht gefällt.

Vorkommen.

Vorkommen. Kohlensaure Bittererde begleitet den kohlensauren Kalk mehr oder weniger constant in den kalkigen Ablagerungen der Wirbellosen, und in jenen thierischen Concretionen, die vorwiegend aus kohlensauren Erden bestehen. Sie ist ferner im Harn der Pflanzen-fresser nachgewiesen, dagegen erscheint ihre Gegenwart in den Knochen mindestens zweifelhaft. Auch in menschlichen Harnsteinen will man sie einigemal gefunden haben. Doch kommt sie im Ganzen ziemlich spärlich vor. Da die Gräser und Pflanzen überhaupt, welche den Pflanzenfressern zur Nahrung dienen, die Bittererde fast nur an Phosphorsäure gebunden enthalten, während durch ihren Harn nicht unbeträchtliche Mengen von kohlensaurer Bittererde austreten, so scheint ein Theil derselben erst im Organismus gebildet zu werden. Es wäre möglich, dass der aus den Vegetabilien stammende pflanzensaure Kalk sich im Organismus mit der phosphorsauren Bittererde derselben in phosphorsauren Kalk und pflan-zensaure Bittererde umsetzte, die in kohlensaure Bittererde verwandelt

durch den Harn austreten würde, eine von Lehmann ausgesprochene Ansicht, die durch die Armuth des Harns pflanzenfressender Thiere an phosphorsauren Erden eine Stütze erhält.

Im Uebrigen gilt Alles, was beim kohlensauren Kalk angeführt wurde.

Phosphorsaures Natron: $3NaO, PO_5$ — $2NaO, HO.PO_5$ — und $NaO, 2HO.PO_5$.

Sämmtliche Verbindungen des Natrons mit Phosphorsäure sind in Wasser löslich. Die Verbindungen $3NaO, PO_5$ und $2NaO, HO.PO_5$ reagiren alkalisch. Das saure Salz $NaO, 2HO.PO_5$ reagirt sauer. Das saure Salz geht durch Glühen in metaphosphorsaures Natron, NaO, PO_5, über. Das Salz $2NaO, HO.PO_5$ geht durch Glühen in pyrophosphorsaures Natron über: $2NaO, PO_5$. Pyrophosphorsaures und metaphosphorsaures Natron geben mit salpetersaurem Silberoxyd weisse Niederschläge, die übrigen Verbindungen aber gelbe. Das Salz $2NaO, HO.PO_5$ absorbirt Kohlensäuregas und nimmt einen Theil desselben dem Absorptionsgesetze folgend auf, ausserdem aber absorbirt es noch vermöge chemischer Anziehung so viel, wie 2 Aeq. einfach kohlensaures Natron. Auch Sauerstoffgas vermögen seine Lösungen in höherem Verhältnisse, wie jenem, welches dem Absorptionsverhältnisse entsprechend wäre, zu binden.

Vorkommen.

Vorkommen. Phosphorsaures Natron scheint ein Bestandtheil aller thierischen Flüssigkeiten und Gewebe ohne Ausnahme zu sein, vorwiegend aber im Harn und in der Galle vorzukommen, während in den übrigen Geweben und Flüssigkeiten das phosphorsaure Kali vorherrscht. Im Blute enthalten die Blutkörperchen vorzugsweise phosphorsaures Kali, während im Serum die Natronsalze überwiegen und die geringe Menge der darin vorkommenden Phosphorsäure wohl an Natron gebunden ist. Auch von dem Vorkommen des phosphorsauren Natrons gilt, was beim kohlensauren Natron über die Schwierigkeit angeführt wurde, überall zu entscheiden, welches Alkali mit der Säure im Organismus verbunden ist. Das Vorkommen phosphorsaurer Alkalien ist mit Sicherheit constatirt, und auch ohne erhebliche Schwierigkeiten zu constatiren, nicht so aber, ob in dem einen oder dem anderen Falle die Phosphorsäure in ihren löslichen Verbindungen nur an Kali, oder nur an Natron, oder an beide Basen gebunden ist, da fast überall beide Basen zusammen vorkommen. Die Analyse der Asche kann daher nur dann bestimmte Aufschlüsse geben, wenn die eine Base vollständig oder nahezu fehlt; ist diess nicht der Fall, so bleiben für die Gruppirung der Säuren und Basen immer verschiedene Möglichkeiten, ganz abgesehen davon, dass aus weiter oben angeführten Gründen die Zusammensetzung der Asche niemals einen bindenden Beweis für die Verbindungsformen ihrer Bestandtheile im unzerstörten Organismus abgeben kann. Gelingt es, aus den thierischen Flüssigkeiten durch blosses Abdampfen die fraglichen Salze krystallisirt zu erhalten, dann ist es mindestens sehr wahrscheinlich, dass sie als solche ursprünglich schon vorhanden waren.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Einige Angaben über die relativen Mengen phosphorsaurer Alkalien in verschiedenen Geweben und Flüssigkeiten pflanzenfressender und fleischfressender Thiere werden einen Fundamentalunterschied in dem Verhältniss der phosphorsauren Alkalien zu den übrigen anorganischen Bestandtheilen anschaulich machen, auf den wir später noch zurückkommen werden.

In 100 Thln. Asche sind enthalten:

	Rindsblut	Schafblut	Schweineblut	Menschenblut
Phosphorsäure	5,06	5,21	12,29	11,10
Natron	13,00	13,33	7,62	6,27
Kali	5,60	5,29	22,21	11,24

Diese Zahlen zeigen deutlich, dass die Blutasche der Grasfresser ansehnlich ärmer an phosphorsauren Alkalien ist, wie jene der fleischfressenden Thiere. Noch reicher an phosphorsauren Salzen ist die Blutasche der körnerfressenden Thiere. So hat man in der Asche des Hühnerblutes 26,62 Proc. Phosphorsäure und 27,34 Proc. Alkalien gefunden. Dagegen ist die Blutasche der grasfressenden Thiere reicher an Kohlensäure. Die Omnivoren stehen in der Mitte.

In 100 Thln. löslicher Salze aus der Asche nachstehender Gewebe und Flüssigkeiten sind enthalten:

	Pferdefleisch	Kuhmilch	Eigelb	Eiweiss	Rindsgalle
Phosphorsaures Kali	83,27	21,60	24,57	—	6,78
Phosphorsaures Natron	11,10	—	25,16	—	14,51

Auf die physiologische Verwerthung dieser Resultate werden wir weiter unten eingehen.

Zustände im Organismus.

Zustände des phosphorsauren Natrons im Organismus. Die phosphorsauren Alkalien können im Organismus ihrer bedeutenden Löslichkeit halber nicht wohl anders als gelöst vorkommen. Eine weitere Frage aber ist, welche Sättigungsformen vorkommen. Es sprechen viele Gründe dafür, dass es hauptsächlich die beiden Verbindungen 2 NaO, HO . PO_5 und das saure Salz NaO, 2 HO . PO_5 sind, wobei jedoch die Möglichkeit des Vorkommens der Verbindung 3 NaO, PO_5 nicht ausgeschlossen ist. Pyro- und metaphosphorsaures Natron findet man wohl in den Aschen, allein hier wird es durch die Einwirkung der Hitze auf die beiden obigen Verbindungen unzweifelhaft erst erzeugt. Jedenfalls ist das Salz 2 NaO, HO . PO_5 das verbreitetste. Im Allgemeinen sind übrigens die phosphorsauren Alkalien, wenn wir vom Blute absehen, hauptsächlich in sauer reagirenden Flüssigkeiten vorherrschend, so im Harn, im Muskelsafte, den parenchymatösen Flüssigkeiten einiger Drüsen; hier ist es aber meist phosphorsaures Kali, und zwar in der Form des sauren Salzes.

Abstammung.

Abstammung. Den grasfressenden Thieren werden durch ihre Nahrung phosphorsaure Salze in genügender Menge zugeführt, um den Gehalt ihres Blutes an diesen Salzen zu erklären. Der Gehalt der

Pflanzennahrung an Phosphorsäure und an Alkalien ist annähernd der des Blutes der pflanzenfressenden Thiere. Dasselbe gilt von den Körnerfressern und den Omnivoren. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass die phosphorsauren Salze des Thierorganismus von der Nahrung stammen. Allein es ist eine andere Frage, ob die phosphorsauren Alkalien als solche dem Organismus zugeführt werden, oder ob dieselben erst durch Wechselzersetzung phosphorsaurer alkalischer Erden mit Alkalisalzen entstehen. Obwohl letzteres nicht unwahrscheinlich ist, fehlt dafür doch jeder Beweis; dagegen lässt der grosse Reichthum der Flüssigkeiten des Fleisches und anderer Gewebe an phosphorsaurem Kali und Chlorkalium, während im Blute Chlornatrium und phosphorsaures Natron constant vorkommen, nicht bezweifeln, dass von dem Blute aus Kali- und Natronsalze nicht in jenem Verhältnisse, in welchem sie in letzterem enthalten sind, nach den Muskeln und anderen Geweben austreten. Berücksichtigt man überdiess, dass in den Binnenländern die pflanzenfressenden Thiere mit ihrer Nahrung fast nur Kalisalze erhalten, so ist es klar, dass das für die Integrität ihres Blutes nöthige phosphorsaure Natron erst im Organismus selbst erzeugt werden müsse, und diess könnte allerdings durch Umsetzung des phosphorsauren Kalis mit dem Chlornatrium der Nahrung in phosphorsaures Natron und Chlorkalium geschehen. Es würde sich hieraus zugleich die Nothwendigkeit eines Kochsalzzusatzes zur Nahrung in jenen Fällen erklären, in welchen die in der Nahrung enthaltene Menge Kochsalz zu einer derartigen Umsetzung nicht hinreichte.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Die Ausscheidung der phosphorsauren Alkalien erfolgt vorzugsweise durch die Nieren und den Darm. Bei den fleischfressenden Thieren, deren Blut reich an phosphorsauren Salzen ist, treten diese durch den Harn aus; allein durch die Producte des Stoffumsatzes, welche Säuren darstellen: durch die Harnsäure, Hippursäure und Schwefelsäure, letzere stammend von dem Schwefel der Albuminate und seiner Derivate, wird dem phosphorsauren Alkali ein Theil seiner Basis entzogen, ein entsprechender Theil der damit verbundenen Phosphorsäure wird frei und das ursprünglich alkalisch reagirende Salz wird neutral, oder nimmt saure Reaction an. Hieraus erklärt sich das Vorkommen von saurem phosphorsaurem Natron: $NaO, 2HO.PO_5$, im Harn zur Genüge. Da aber eine durch Phosphorsäure saure Flüssigkeit die Eigenschaft besitzt, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde aufzulösen, so enthält der durch Phosphorsäure saure Harn der Fleischfresser und Omnivoren stets phosphorsaure Erden, die auf diesem Wege ausgeschieden werden. Anders bei den Pflanzenfressern; hier finden sich keine phosphorsauren Salze im Harn, obgleich sie in ihrer Nahrung stets phosphorsaure Salze in der Form von Alkalien und Erdsalzen zugeführt erhalten. Die organisch-sauren Salze der alkalischen Erden, welche sie verzehren, werden in ihrem Leibe jedenfalls zum Theil

mit den phosphorsauren Alkalien in phosphorsaure Erdsalze und in kohlensaure Alkalien umgesetzt. Letztere werden durch den Harn ausgeschieden, ertheilen ihm die eigenthümliche Beschaffenheit, die den Harn der Pflanzenfresser charakterisirt und werden dadurch, dass sie ihre Basen ganz ähnlich dem phosphorsauren Natron mit der Hippursäure und Schwefelsäure theilen müssen, zu sauren kohlensauren Alkalien, die ein der Menge der freien Kohlensäure entsprechendes Lösungsvermögen für kohlensaure Erdsalze besitzen; wir finden daher die im Blute gebildeten kohlensauren Erden, insofern sie nicht in phosphorsaure umgesetzt sind, im Harne der Pflanzenfresser wieder, wo sie durch die freie Kohlensäure gelöst sind, sich aber mit dem Entweichen der letzteren beim Stehen des Harns als Sedimente abscheiden. Eine kohlensaure Alkalien und freie Kohlensäure enthaltende Flüssigkeit besitzt für phosphorsaure Erdsalze kein Lösungsvermögen; es können daher dieselben auch nicht durch den Harn der Pflanzenfresser austreten. Der Harn derselben enthält keine phosphorsauren Salze. Alle diesen Thieren durch die Nahrung zugeführte Phosphorsäure tritt in der Form von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde durch den Darm aus. Diess machen nachstehende Analysen der anorganischen Bestandtheile des Harns und der Fäces von Pferden und Kühen anschaulich.

Nach Abzug des Kochsalzes enthalten:

	Harn		Fäces	
	(Pferd)	(Kuh)	(Pferd)	(Kuh)
Kali	28,97	56,74	9,33	17,15
Natron	—	1,31	0,61	6,30
Kohlensäure	27,28	31,04	—	—
Kalk	27,75	1,74	5,22	7,31
Bittererde	4,22	4,09	2,03	4,50
Eisenoxyd	0,79	0,31	2,03	3,34
Schwefelsäure	6,48	4,63	3,92	3,23
Kieselerde	—	—	59,96	41,00
Phosphorsäure	—	—	7,92	17,05
	100,00	100,00	100,00	100,00

Physiologische Bedeutung. Die allgemeine Verbreitung der phosphorsauren Alkalien im Organismus und ihr vorwiegendes Vorkommen in den Haupternährungsflüssigkeiten lässt von vornherein an einer hervorragenden physiologischen Bedeutung derselben nicht zweifeln. Worin aber diese Bedeutung besteht, und welche Functionen durch die Gegenwart der phosphorsauren Alkalien vermittelt werden, ist noch grösstentheils unaufgeklärt. Die Verhältnisse ihres Vorkommens, ihrer Zustände, ihrer Umsetzungen u. s. w. geben uns wohl Andeutungen, aber wenig mehr.

Physiologische Bedeutung.

So ist es in hohem Grade bemerkenswerth, dass überall, wo in den Geweben freie Säure auftritt, saure phosphorsaure Alkalien vorkommen, die demnach an dieser sauren Reaction mindestens ihren Antheil haben. Dieses Vorkommen von sauren phosphorsauren Alkalien in den Geweben ist um so merkwürdiger, als letztere die phosphorsauren Salze doch nur durch das Blut erhalten können, im Blute aber basische oder neutrale phosphorsaure Salze vorkommen. Den Schlüssel zu diesem Räthsel giebt allerdings die Thatsache, dass in den Geweben organische Säuren erzeugt werden, die sich eines Theiles der Basen der neutralen oder basischen phosphorsauren Salze bemächtigen und sie dadurch in saure Salze verwandeln. Bedenkt man, dass alle gewebsbildenden Substanzen gewisse phosphorsaure Salze mit grosser Hartnäckigkeit zurückhalten, dass alle Ernährungsflüssigkeiten phosphorsaure Alkalien enthalten, ja dass dieselben selbst in Transsudaten, die organisationsfähig sind, niemals fehlen, so wird man daraus wohl schliessen dürfen, dass phosphorsaure Salze zur Gewebsbildung unentbehrlich sind, und man wird auch die Beobachtung C. Schmidt's, nach welcher sich selbst bei der Bildung solcher Organe von Thieren, in welchen später der kohlensaure Kalk bei Weitem vorwiegt, anfangs eine gewisse Menge von phosphorsauren Salzen ansammelt, in diesem Sinne deuten müssen. Zu demselben Schlusse drängt auch die Thatsache, dass das Fleisch und die Gewebe pflanzenfressender Säugethiere ebenso reich an phosphorsauren Salzen gefunden werden, wie das Fleisch der Fleischfresser, während doch die Nahrung und das Blut der ersteren sehr arm, jene der Fleischfresser dagegen sehr reich daran ist. Es muss demnach der Uebertritt der Phosphate nach den Geweben durch eine besondere Anziehung erfolgen. Anderseits deutet die Anhäufung der phosphorsauren Salze in einzelnen Theilen, wie in den Muskeln, den Nerven, den Blutkörperchen, der Dotterflüssigkeit, auf eine besondere Beziehung zu jenen wichtigen Gebilden. Es ist in dieser Beziehung interessant, dass Nerven ihre Lebenseigenschaften in einer mehrprocentigen Lösung phosphorsaurer Alkalien lange und vorzugsweise gut erhalten (Ludwig). In den Geweben kommen die phosphorsauren Alkalien als saure Salze vor, was schon daraus erhellt, dass man in der Asche derselben die phosphorsauren Salze meist als metaphosphorsaure findet. Die Gewebsbildung erfolgt demnach unter Mitwirkung einer freien Säure, und scheint von der Gegenwart einer solchen und namentlich von der Gegenwart der Phosphorsäure abhängig zu sein, denn wir besitzen keine Anhaltspunkte dafür, dass in dem Bildungsprocesse der Gewebe die Phosphorsäure durch eine andere Säure ersetzt werden könne.

Anders aber verhält es sich mit dem Blute. Hier scheint nach Allem, was wir darüber bereits S. 92 beim kohlensauren Natron angeführt haben, Bildung und Function an die Gegenwart eines vorwaltenden Alkalis geknüpft zu sein, und dass es dabei auf die Natur der mit dem Alkali verbundenen Säure nur insofern ankommt, als durch selbe das Vorwalten des Alkalis möglich gemacht wird, lehrt einfach die That-

sache, dass das Blut der Pflanzenfresser und Fleischfresser einerlei Beschaffenheit besitzt und seine Functionen in gleicher Weise von Statten gehen, trotzdem dass das Blut der Pflanzenfresser vorzugsweise kohlensaures, und jenes der Fleischfresser phosphorsaures Alkali enthält. Wenn der Mensch sich von Vegetabilien nährt, so erhält sein Blut anstatt der phosphorsauren Alkalien hauptsächlich kohlensaure, und sein Harn nimmt die Beschaffenheit des Harnes pflanzenfressender Thiere an. Allein die Function des Blutes, die Ernährung, der Gasaustausch in den Lungen erleidet dadurch durchaus keine Störung. Der Ausspruch Liebig's, wie so Vieles, was dieser geniale Forscher ausgesprochen, anfänglich lebhaft bestritten: dass im Blute phosphorsaure und kohlensaure Alkalien sich gegenseitig vertreten können, und bei den Functionen des Blutes die Phosphate nicht als solche, sondern nur insofern in Betracht kommen, als sie in ihren Eigenschaften als basische Salze mit den kohlensauren übereinstimmen, ist nicht nur allein nicht widerlegt, sondern hat in den Versuchen Fernet's, deren wir bereits S. 70 erwähnten und die eine vollkommene Gleichheit in dem Verhalten des basisch-phosphorsauren Natrons und des kohlensauren Natrons gegen Kohlensäuregas bei Absorptionsversuchen ergaben, eine weitere Bestätigung erfahren. Die chemische Anziehung, welche das Blut auf Kohlensäuregas ausübt, und durch welche der Gaswechsel vermittelt wird, ist wahrscheinlich abhängig von den kohlensauren und ebenso von den phosphorsauren Alkalien, welche das Blut enthält, so wie Alles, was wir über die im Blute bei Gegenwart vorwaltenden Alkalis stattfindenden und durch selbes vermittelten Oxydationen S. 93 angeführt haben, sich auf die phosphorsauren Alkalien des Blutes beziehen lässt.

Literatur: Liebig: Chem. Briefe Bd. II, S. 891 ff. — Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 2te Aufl. Bd. I, S. 409, u. Bd. III, S. 197 u. f. f. — Fernet l. c.

Phosphorsaures Kali: $3KO, PO_5$ — $2KO, HO. PO_5$ — $KO, 2HO.PO_5$.

Die Verbindungen der Phosphorsäure mit Kali sind denen dieser Säure mit Natron vollständig analog, und Alles, was beim phosphorsauren Natron von seinem chemischen Verhalten angeführt wurde, findet auch hier seine Anwendung; mit einziger Ausnahme derjenigen Reactionen, welche das Kali charakterisiren und die diese Verbindungen natürlich zeigen, sind alle übrigen chemischen Eigenschaften die des phosphorsauren Natrons in seinen verschiedenen Sättigungsgraden.

Vorkommen. Alles von dem Vorkommen der phosphorsauren Alkalien weiter oben Gesagte bezieht sich natürlich auch auf das phosphorsaure Kali, von dem namentlich die Formen $2KO, HO.PO_5$ und $KO, 2HO.PO_5$ im Thierorganismus nachgewiesen sind. Wohl überall ist das phosphorsaure Kali von phosphorsaurem Natron mehr oder weniger begleitet, vorherrschend aber sind die Kalisalze überhaupt, und namentlich

Vorkommen u. s. w.

auch das phosphorsaure Kali in den Blutkörperchen, dem Eidotter und im Fleische.

Wir verweisen im Uebrigen auf das bei Gelegenheit des phosphorsauren Natrons Gesagte. Alles, was dort über Zustände, Ein- und Austritt und physiologische Bedeutung angeführt wurde, hat für das phosphorsaure Kali vollkommene Geltung. Dass es in Wechselwirkung mit Chlornatrium im Organismus wenigstens zum Theil in Chlorkalium und phosphorsaures Natron umgesetzt werde, haben wir schon weiter oben als wahrscheinlich bezeichnet.

Phosphorsaurer Kalk.

Neutraler: $3CaO, PO_5$. — Saurer: $2CaO, HO. PO_5$.

Der neutrale phosphorsaure Kalk ist in reinem Wasser unlöslich, löst sich aber in bemerklicher Menge in kohlensäurehaltigem Wasser, sowie in Wasser, welches Chlornatrium, Ammoniaksalze, oder gewisse organische Substanzen enthält. In Mineralsäuren ist er leicht löslich, und auch Milchsäure und Essigsäure lösen ihn auf. Tritt gewöhnlich als weisse erdige Masse auf. In Harnsedimenten findet er sich zuweilen als amorphes, das Licht stark brechendes Pulver, welches daran erkannt wird, dass es unlöslich in Wasser und Alkalien, löslich aber in Mineralsäuren ist, und aus der sauren Lösung durch Alkalien amorph gefällt wird. In obsoleten Tuberkeln und anderen thierischen Kalkablagerungen erscheint der phosphorsaure Kalk ebenfalls meist amorph, doch hat man ihn im Eiter cariöser Knochen und in Concretionen der Arterien, der Harnröhre und Lungen auch schon krystallisirt gefunden. Vergl. Robin et Verdeil: Atlas de Chim. anatom. etc. Pl. II. Fig 4.

Der saure phosphorsaure Kalk ist in Wasser leicht löslich, von saurem Geschmack und saurer Reaction, und kann in Blättchen krystallisirt erhalten werden. Robin und Verdeil wollen diese Verbindung im Menschen- und Hundeharn gefunden haben, und bilden die beim Abdampfen gebildeten Krystalle ab. Atlas Pl. III. Fig. 1.

Vorkommen.

Vorkommen. Der phosphorsaure Kalk findet sich in allen Geweben und Flüssigkeiten des thierischen Organismus ohne Ausnahme. In grösserer Menge ist er vorzugsweise in den Knochen und Zähnen, in Ossificationen, Incrustationen und Concretionen enthalten. So besteht namentlich die Rinde fast aller grösseren Harnsteine aus phosphorsaurem Kalk, und bildet zuweilen in geschichteten Harnsäure- und Maulbeersteinen einzelne dieser Schichten oder auch wohl ihren Kern. Bei denjenigen Harnsteinen, welche sich um einen aus einem fremden Körper bestehenden Kern anlagern, ist der phosphorsaure Kalk gewöhnlich der Hauptbestandtheil. Wir wollen endlich bezüglich des Vorkommens des phosphorsauren Kalks noch hervorheben, dass alle histogenetischen organischen Stoffe: die Albuminate und ihre Derivaten, sowie die Gewebe selbst, chemisch isolirt, d. h. von allen fremdartigen Stoffen nach Möglichkeit befreit, beim Verbrennen immer noch eine geringe Menge Asche hinterlassen, die vorzugsweise aus phosphorsaurem Kalk besteht. Eine Ausnahme hiervon macht, so viel bis jetzt bekannt ist, nur das elastische Gewebe.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Knochen und Zähne sind die Hauptdepots für den phosphorsauren Kalk des Thierkörpers; sie enthalten über $^2/_3$ ihres Gewichts phosphorsauren Kalk. In Nachstehendem geben wir einige Angaben über den Gehalt thierischer Gewebe und Flüssigkeiten an phosphorsaurem Kalk, wobei jedoch die Bemerkung nicht überflüssig ist, dass die Zahlen nur ein ungefähres Bild von der Vertheilung des phosphorsauren Kalks geben können, aber durchaus keine absoluten Werthe darstellen, da sie unter den verschiedenen Lebensbedingungen nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen sind.

	In 100 Theilen	
Zahnschmelz (Mann)	89,82	v. Bibra.
dito (Weib)	81,63	
Zahnknochen (Mann)	66,72	
dito (Weib)	67,56	
Femurknochen (Mann von 58 Jahren)	58,23	
dito (Mann von 25 Jahren)	59,63	
dito (Knabe von 5 Jahren)	59,96	
dito (Knabe von $^3/_4$ Jahren)	48,11	
dito (Eichhörnchen)	57,03	
dito (Hase)	65,71	
dito (Reh)	61,39	
dito (Hirsch)	59,10	
dito (Ochse)	55,65	
dito (Hund)	59,52	
Rippen (Löwe)	54,42	
Rhachitische Knochen (Wirbel)	33,66	Prösch.
Callus (der gebrochenen Rippe eines Pferdes)	41,91	Valentin.
Knorpel	4,05	Fromherz u. Gugert.
Menschlicher Samen	3,00	Vauquelin.
Kuhmilch	0,287	Haidlen.
Frauenmilch	0,250	Pfaff u. Schwartz.
Blut vom Menschen	0,077	Poggiale.
Fleischbrühe	3,06	Keller.

In 100 Theilen Asche von nachstehenden Flüssigkeiten und Geweben sind enthalten:

Blutasche (Menschenblut)	3,10 Proc.
Fleischasche (Ochsenfleich)	3,19 „
Eiweiss (von Hühnereiern)	3,21 „
Eigelb (dito)	22,53 „
Milchasche	47,14 „

Wir werden weiter unten die physiologische Bedeutung dieser Verhältnisse berühren.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Bei Weitem der grösste Theil des phosphorsauren Kalks ist im festen Zustande in den Knochen und Zähnen abgelagert, und zwar, wie es nun ausser allem Zweifel ist, in der Form des dreibasischen phosphorsauren Kalks von der Formel $3\,CaO, PO_5$. Auch in anderen festen Geweben, wie in den Haaren, den Nägeln, Klauen u. s. w., ist er in fester Gestalt enthalten. Allein nicht nur alle Gewebe enthalten phosphorsauren Kalk, sondern auch alle thierischen Flüssigkeiten; in diesen aber kann er, insofern die Flüssigkeiten keine festen Theile suspendirt halten, nur gelöst vorkommen. Da aber der basisch phosphorsaure Kalk in Wasser vollkommen unlöslich ist, so fragt es sich, wodurch er in den thierischen Flüssigkeiten gelöst wird. Wenn wir uns daran erinnern, dass alle Albuminate, somit die Hauptbestandtheile der Ernährungsflüssigkeiten, so rein wie immer möglich dargestellt, immer noch etwas hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehende Asche hinterlassen, so werden wir zur Annahme geführt, dass er in den thierischen Ernährungsflüssigkeiten an diese Albuminate chemisch gebunden und in dieser Verbindung in Wasser löslich sein müsse. Dafür sprechen auch mehrere von Liebig hervorgehobene Thatsachen, auf die wir an einem anderen Orte eingehen werden. Ueberdiess wissen wir, dass freie Kohlensäure, organische Säuren, wie Milchsäure, und gewisse Salze, so namentlich Kochsalz, in wässeriger Lösung etwas phosphorsauren Kalk aufzulösen vermögen. Freie Kohlensäure findet sich aber im Blute, und in diesem sowie in allen thierischen Flüssigkeiten überdiess auch eine nicht unbeträchtliche Menge Kochsalz. In manchen Geweben, wie im Fleischsafte endlich Milchsäure und andere organische Säuren.

Im Harn, in welchem sich bei Fleischfressern und Omnivoren ebenfalls phosphorsaurer Kalk vorfindet, ist er jedenfalls als saures Salz, $CaO, 2\,HO . PO_5$, enthalten, welches an und für sich in Wasser löslich ist. Da, wo der Harn, wie bei den Pflanzenfressern, keine freie Säure ausser Kohlensäure enthält, wohl aber kohlensaure Alkalien, enthält er auch keinen phosphorsauren Kalk. Dass sich aus dem Harn zuweilen Sedimente von krystallinischem phosphorsauren Kalk abscheiden, und dass man auch im Eiter cariöser Knochen, sowie in gewissen Concretionen ihn in Krystallen abgelagert gesehen haben will, wurde bereits weiter oben erwähnt.

Abstammung.

Abstammung. Es ist durch die thatsächlichen Verhältnisse bewiesen, dass der grösste Theil des im Thierkörper vorkommenden phosphorsauren Kalks ihm durch die Nahrung zugeführt wird, gleichgültig, ob die Nahrung Fleischnahrung oder vegetabilische ist; und so auffallend diess auf den ersten Blick in Berücksichtigung der grossen Menge des phosphorsauren Kalks im Knochensystem erscheint, so hat doch gerade für dieses Boussingault durch eine seiner werthvollen Untersuchungen gezeigt, dass bei zum Theil mit Kartoffeln gefütterten Schweinen in allen Fällen, wo der phosphorsaure Kalk der Nahrung nicht hinreichte, um die Zunahme desselben in den Knochen bei der Entwickelung

der Thiere zu erklären, das genossene Wasser immer so viel davon enthielt, dass noch ein Ueberschuss erübrigte, der sich in den Excrementen wiederfand. In der ersten Periode, wo die Thiere das gewöhnliche gemischte Mastfutter erhielten, enthielt die Nahrung weit grössere Mengen von phosphorsaurem Kalk als der Organismus aufnahm; erst als nur Kartoffeln gefüttert wurden, liess sich die Zunahme des phosphorsauren Kalks in den Knochen nicht mehr von der Nahrung allein ableiten, allein das mit den Kartoffeln genossene Wasser enthielt eine zur Deckung des Ausfalls vollkommen genügende Menge. Es versteht sich von selbst, dass bei Fleischnahrung sich die Verhältnisse noch viel günstiger gestalten müssen, da das Fleisch so reich an phosphorsauren Salzen ist, und eine nicht unbeträchtliche Menge phosphorsauren Kalks enthält. In Bezug auf die Entwickelung säugender Thiere ist das Vorwiegen des phosphorsauren Kalks in der Asche der Milch bemerkenswerth. Immerhin aber ist es wahrscheinlich, dass ein wenn auch geringer Antheil des im Thierorganismus vorkommenden phosphorsauren Kalks in selbem erst gebildet wird. Bereits S. 102 wurde erwähnt, dass die organisch-sauren Kalksalze, welche die Pflanzenfresser verzehren, in ihrem Leibe in kohlensauren Kalk umgesetzt, sich mit den phosphorsauren Alkalien der Nahrung in phosphorsauren Kalk und kohlensaure Alkalien zerlegen können, und dass eine derartige wenigstens theilweise Zerlegung wahrscheinlich erscheint. Diese Wahrscheinlichkeit ergiebt sich auch aus den zahlreichen Versuchen Valentin's, die zeigten, dass neugebildete Knochen reicher an kohlensaurem Kalk sind, der erst allmählich in phosphorsauren Kalk umgewandelt wird. Endlich lehrt diess die wichtige Thatsache, dass der Gehalt unbebrüteter Eier an phosphorsaurem Kalk ein viel geringerer ist, wie der des entwickelten Embryos. Prout hat gefunden, dass beim Bebrüten der Hühnereier zwar der Phosphorsäuregehalt des Eiinhalts gleich bleibt, der Kalkgehalt aber um ein Bedeutendes zunimmt. Da die Phosphorsäure im Dotter zum Theil in der Form von Glycerinphosphorsäure enthalten ist, so erscheint es wahrscheinlich, dass diese Säure während der Bebrütung allmählich zerlegt wird, und frei geworden, sich mit dem aus der Schale stammenden und in das Ei gelangenden kohlensauren Kalk in phosphorsauren Kalk umsetzt.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Da die Fäces die unlöslichen Aschenbestandtheile der Nahrung enthalten, so ist es klar, dass durch den Darm eine nicht geringe Menge von phosphorsaurem Kalk ausgeschieden wird, der aber, insofern er von den Nahrungsresten stammt, kein assimilirter Bestandtheil des Organismus geworden war. Der in löslicher Form mit den Nahrungsmitteln in den Organismus gebrachte phosphorsaure Kalk jedoch, oder der im Organismus löslich gewordene, der vom Stoffwechsel stammende phosphorsaure Kalk wird bei Fleischfressern und Omnivoren jedenfalls zum grössten Theile durch die Nieren ausgeschieden. Sein Gelöstsein im Harn der Fleischfresser ist bedingt

durch den Gehalt desselben an freier Säure. Bei den Pflanzenfressern dagegen finden wir keine Phosphate im Harn; hier ist das Hauptausscheidungsorgan für diese Salze der Darm, wie bereits Seite 103 gezeigt wurde.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des phosphorsauren Kalks in den Knochen ist klar; er bedingt hier durch seine Verbindung mit der leimgebenden Substanz den eigenthümlichen Consistenzgrad der Knochen; diess geht unwiderleglich auch aus der Thatsache hervor, dass eine Abnahme des phosphorsauren Kalks in den Knochen immer auch eine Abnahme ihrer Festigkeit zur Folge hat. Die Rhachitis, Knochenbrüchigkeit, Knochenerweichung sind Krankheitsformen, die durch einen geringeren Gehalt der Knochen an phosphorsaurem Kalk bedingt sind. Nicht minder beweisend ist es, dass überall da, wo dem Organismus entweder nicht genug phosphorsaurer Kalk zugeführt wird, oder wo ein grösserer Verbrauch dieses Salzes stattfindet, Knochenerweichung eintreten kann. Daher die Knochenerweichung, welche man zuweilen in der Schwangerschaft, während des Zahnens der Kinder beobachtet; bei Schwangeren ist es der grosse Verbrauch für die Entwickelung des Fötus, der es bedingt, dass hier im Harn oft kaum Spuren von phosphorsaurem Kalk gefunden werden, und dass Knochenbrüche bei solchen sehr schwer oder gar nicht heilen. Bei Kindern fällt aus demselben Grunde, wegen des grossen Verbrauchs an phosphorsaurem Kalk zur Entwickelung des Zahngewebes die Rhachitis häufig mit dem Zahnen zusammen. Sehr bemerkenswerth in dieser Beziehung sind die Beobachtungen von Chossat, der bei Thieren künstlich Knochenerweichung hervorbrachte, wenn er ihnen an phosphorsaurem Kalk sehr armes Futter reichte. Das constante Vorkommen des phosphorsauren Kalks in allen Geweben, und die innige Verbindung desselben mit den eigentlich gewebsbildenden Materien, wie Albumin, Fibrin, Leim u. s. w., sowie auch seine Ablagerung in die Elementarorgane gewisser Gewebe unter gewissen pathologischen Verhältnissen giebt uns einen deutlichen Fingerzeig, dass dieses Salz eine bestimmte Rolle bei der Bildung und Entwickelung aller Gewebe spielen müsse. Worin aber diese Rolle besteht, ist uns noch gänzlich unbekannt. Liebig hat hervorgehoben, dass, nach einigen Thatsachen zu schliessen, die Albuminate mit den phosphorsauren Erdsalzen sich wirklich chemisch vereinigen können, und dass die theilweise Unlöslichkeit der Gewebe und Gewebsbildner in Wasser und in alkalischen Flüssigkeiten von der Gegenwart des phosphorsauren Kalks abhängig sei. Er hält es für wahrscheinlich, dass das Gerinnen des Albumins, des Blutserums und der Eier in der Hitze auf dem Austreten von Alkali und auf der Bildung einer neuen, in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien in der Kälte unlöslichen Verbindung des Albumins mit Phosphorsäure und Kalk beruhe.

Literatur: Boussingault: Annal. d. Chem. u. Pharm. LIX, 322. — Valentin: Repert. für Anat. u. Physiol. 1838. 306. — Prout: Philos. Transact. 1822.

365, u. Schweigg. Journ. Bd. XLVI, 287. — Chossat: Gaz. méd. de Paris. 1842. 208.

Phosphorsaure Bittererde: $3\,MgO, PO_5$.

Das chemische Verhalten dieses Salzes ist im Allgemeinen dem des phosphorsauren Kalks vollkommen analog. Eine Verbindung, $2\,MgO, HO . PO_5 + 14$ aq., krystallisirt in sechsseitigen Verticalprismen mit geneigter Endfläche, und scheidet sich aus dem Harn pflanzenfressender Thiere nicht selten als Sediment oder beim Eindampfen aus. Gute Abbildungen finden sich bei Robin et Verdeil: Atlas. Pl. II. Fig. 1 (aus Kaninchenharn), Pl. X. Fig. 1 (Kaninchenharnsediment).

Vorkommen.

Vorkommen. Die phosphorsaure Bittererde findet sich ebenso wie der phosphorsaure Kalk in allen Geweben und Flüssigkeiten des Thierkörpers, gewöhnlich aber in weit geringerer Menge. Eine Ausnahme hiervon macht, so viel bis jetzt bekannt ist, das Fleisch und die Thymusdrüse, in welchen der Gehalt an phosphorsaurer Bittererde den des phosphorsauren Kalks weit übertrifft. Die phosphorsaure Bittererde folgt dem phosphorsauren Kalk auch in die Concremente, die übrigens zuweilen vorherrschend oder ausschliesslich aus phosphorsaurer Bittererde bestehen, gewöhnlich aber als Ammoniak-Doppelsalz darin enthalten sind. Verhältnissmässig reich an phosphorsaurer Bittererde hat v. Bibra die Zähne der Pachydermen gefunden, und derselbe Chemiker fand auch die von Berzelius und Valentin hervorgehobene Thatsache bestätigt, dass die Knochen der pflanzenfressenden Thiere mehr phosphorsaure Bittererde enthalten, wie die der fleischfressenden.

Die Verbindung $2\,MgO, HO . PO_5$ findet sich im Harn der pflanzenfressenden Thiere, namentlich wenn sie von Körnern leben, und ist auch in einigen Concretionen beobachtet. Zuweilen tritt sie krystallisirt auf, so im Kaninchenharn, und scheidet sich auch aus dem Kälberharn beim Abdampfen desselben gleichzeitig mit Allantoin in wohlausgebildeten Krystallen aus. Auch beim Menschen und bei Hausthieren hat man Krystalle von phosphorsaurer Bittererde im Eiter, in der Flüssigkeit von pathologischen Cysten, in den hydropischen Flüssigkeiten der Pleura und des Peritoneums, an der Oberfläche cariöser und necrotischer Knochen und in einigen Concretionen aufgefunden.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Wir geben nachstehende Zahlen als Belege für das Verhältniss der phosphorsauren Bittererde in einigen Theilen des Organismus.

	In 100 Theilen
Menschenknochen	1,3
Ochsenknochen	2,1
Pferdeknochen	1,9
Zahnschmelz des Menschen	1,5
„ „ Ochsen	3,0
„ „ Löwen	3,7
„ „ Bären	6,0

	In 100 Theilen
Zahnknochen des Menschen	2,4
„ „ Elephanten	12,0
Venenstein	13,7
Speichelstein	0,5
Hasenharn	22,4
Excrementenasche	12,9

Zustände.

Zustände im Organismus. So wie der phosphorsaure Kalk ist auch die phosphorsaure Bittererde im Organismus theils im festen Zustande, wie in den Knochen, Zähnen und Concretionen, abgelagert, theils kommt sie in den thierischen Flüssigkeiten gelöst vor. Wir müssen uns hier ihre Lösung durch dieselben Momente bewirkt denken, die wir schon bei Gelegenheit des phosphorsauren Kalks angeführt haben. Das Gelöstsein im Harn ist stets von der Gegenwart freier Säure abhängig.

Abstammung.

Abstammung. Von dieser gilt ebenfalls grösstentheils das bei Gelegenheit des phosphorsauren Kalks Gesagte. Die phosphorsaure Bittererde gelangt in den Organismus durch die Nahrung, welche, gleichviel ob pflanzlicher oder thierischer Natur, genug davon enthält, um den Bedarf des Organismus zu decken. Namentlich sind die Körnerfrüchte reich an phosphorsaurer Bittererde.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Die Ausscheidungsorgane für die phosphorsaure Bittererde sind dieselben wie jene für den phosphorsauren Kalk: Nieren und Darm. Es ist aber jedenfalls auffallend, dass in den Excrementen pflanzenfressender Thiere die Menge der phosphorsauren Bittererde jene des phosphorsauren Kalks weit überwiegt, und dass auch bei rein thierischer Nahrung dieses Salz in den Excrementen in bedeutender Menge auftritt. Man hat daraus den Schluss gezogen, dass die Chylusgefässe ein grösseres Resorptionsvermögen für phosphorsauren Kalk wie für phosphorsaure Bittererde besitzen, wobei man namentlich auch auf die bei Pflanzenfressern so häufigen Darmconcretionen hinwies, die fast nur aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehen, ja oft gar keinen Kalk enthalten. Wahrscheinlicher ist es, dass diese Erscheinung durch den Umstand bedingt ist, dass überall da, wo phosphorsaure Bittererde mit Ammoniak in Berührung tritt, sich die unlösliche sogleich zu erwähnende Doppelverbindung von phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde bildet, und dass im Darmcanal, wo die Bedingungen zur Bildung dieser Verbindung vollständig gegeben sind, es wirklich zur Bildung derselben kommt, die, weil in alkalischen Flüssigkeiten unlöslich, dann natürlich nicht mehr resorbirt werden kann. Durch den Harn wird phosphorsaure Bittererde, durch die freie Säure des Harns gelöst ausgeschieden. Bei Pflanzenfressern, deren Harn übrigens nicht selten schon trübe gelassen wird, ist diese Trübung zuweilen durch bereits ausgeschiedene phosphorsaure Bittererde bedingt.

Physiologische Bedeutung. Um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, verweisen wir auf das beim phosphorsauren Kalk Gesagte. Diess kann Alles auch auf die phosphorsaure Bittererde bezogen werden. Physiologische Bedeutung.

Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia: $2MgO, NH_4O . PO_5 + 12 aq.$

Diese Verbindung, so wie sie zuweilen im Thierkörper vorkommt, tritt in wohlausgebildeten Krystallen auf, die in der Regel ziemlich gross und von ausgezeichneter Schönheit sind. Die am häufigsten vorkommenden Gestalten sind Combinationen des rhombischen verticalen Prismas der Grundform ∞P mit dem makro- oder brachydiagonalen Flächenpaar, und drei entsprechenden gleichnamigen horizontalen Prismen. Der Winkel des makrodiagonalen Horizontalprismas beträgt 116° 4′, der des brachydiagonalen 82° 10′, der Neigungswinkel der Flächen des rhombischen Verticalprismas beträgt 57° 6′ und 122° 54′.

Gute Abbildungen mikroskopischer Formen finden sich bei Funke: Atlas Taf. XVII. Fig. 5, und Robin et Verdeil: Atlas Pl. VII. Fig. 1 u. 2, Pl. VIII. Fig. 1.

Die Krystalle lösen sich in allen Säuren, selbst Essigsäure, sehr leicht auf, von Alkalien werden sie nicht angegriffen.

Vorkommen. Die phosphorsaure Ammoniak-Bittererde ist kein Normalbestandtheil des Organismus, obgleich sie sich unter bestimmten Bedingungen häufig genug darin findet. Vor Allem bildet sie nicht selten Sedimente im alkalischen Harn, und fast jeder Harn setzt dieselben ab, wenn er zu faulen beginnt. Ueberhaupt ist diese Verbindung constanter Begleiter aller thierischen Fäulnissvorgänge, und wird daher auch in den Excrementen bei fauliger Zersetzung derselben angetroffen. Besonders häufig finden sich diese Krystalle in den Excrementen Typhuskranker, auch in den exulcerirten Darmgeschwüren selbst, und in typhös infiltrirten Mesenterialdrüsen hat man sie aufgefunden. Im Urin Schwangerer bildet sich nicht selten an der Oberfläche eine aus organischer Materie bestehende Haut, die zahlreiche Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia einschliesst (Kyestëin). Im Pferdeharn findet man Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia besonders häufig. Endlich bildet diese Verbindung einen Bestandtheil zahlreicher thierischer Concretionen. So bestehen die Darmsteine bei Pflanzenfressern vorzugsweise aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia. In dem Darmstein eines Fuhrmannspferdes fand F. Simon 81,11 Proc. phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, in einer Concretion des Wurmfortsatzes eines Ochsen Wurzer 85,0 Proc. Auch in Blasensteinen, häufiger aber noch in den Nierensteinen des Menschen und der Säugethiere kommt diese Verbindung vor, gewöhnlich von phosphorsaurem Kalk begleitet; zuweilen aber auch mit Harnsäure, harnsauren Salzen und oxalsaurem Kalk abwechselnde Schichten bildend. Vorkommen.

Die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia entsteht erst im Organismus, wenn sich in selbem aus irgend welcher Ursache Ammoniak entwickelt, welcher sich sofort mit der überall vorkommenden phosphorsauren

Bittererde zu diesem Doppelsalze vereinigt. Zuweilen entsteht sie aber erst ausserhalb des Organismus, so beim Alkalischwerden des schon längere Zeit gelassenen Harns. Indem nämlich der Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt, nimmt beim Stehen der sauer gelassene Harn allmählich alkalische Reaction an, und ein Theil des Ammoniaks fällt mit der phosphorsauren Bittererde verbunden als Doppelverbindung nieder. Hieraus erklärt sich das constante Vorkommen dieser Krystalle bei der Fäulniss thierischer Stoffe, wobei Ammoniak erzeugt wird.

Pathologische Bedeutung.

Von einer physiologischen Bedeutung dieser Verbindung kann nach dem Erwähnten nicht die Rede sein, eher von einer pathologischen; allein auch diese ist im Allgemeinen gering. Alkalische Reaction des frisch gelassenen Harns und wirkliche Sedimente dieser Verbindung, die mit freiem Auge betrachtet oft ganz wie Eiter aussehen, deuten auf Leiden der Blase oder des Rückenmarks. Es ist ferner von ärztlicher Wichtigkeit, dass das Trinken stark alkalischer Mineralquellen, wie z. B. des Vichy-Wassers, nicht selten derartige Harnsedimente hervorruft. Donné erzählt einen Fall, wo der unzeitige 14tägige Gebrauch der Badecur zu Vichy die Bildung eines hauptsächlich aus phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde bestehenden Blasensteins veranlasste.

Phosphorsaures Natron-Ammoniak:
$NaO, NH_4O, HO.PO_5 + 8$ aq.

Auch diese Verbindung ist kein Normalbestandtheil des Thierorganismus, und wir erwähnen sie nur deshalb, weil sie sich zuweilen beim Abdampfen des gefaulten Harns, oder wenn der Harnstoff sich überhaupt zu zersetzen beginnt, ausscheidet.

Der Habitus der Krystalle ist säulenförmig mit schwach geneigter Endfläche und geringer Abstumpfung der spitzeren Kanten des Primas ∞P der Grundform, sowie der Combinationskanten dieses letzteren mit der schiefen Endfläche. In Wasser und Säuren sind die Krystalle leicht löslich, und verwandeln sich beim Erhitzen in metaphosphorsaures Natron.

Schwefelsaure Alkalien: KO, SO_3 und NaO, SO_3.

In Wasser lösliche, in Alkohol unlösliche Salze, aus der wässerigen Lösung scheidet sich das schwefelsaure Kali in Krystallen ohne Krystallwasser aus, das schwefelsaure Natron dagegen je nach der Temperatur mit verschiedenen Mengen von Krystallwasser. Chlorbaryum erzeugt in den Auflösungen beider Salze einen weissen, in Wasser, Säuren und Alkalien unlöslichen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt.

Vorkommen.

Vorkommen. Geringe Mengen von schwefelsauren Alkalien scheinen sich in den meisten thierischen Flüssigkeiten und Geweben zu finden. Eine Ausnahme machen Milch, Galle und Magensaft, wo sie gänzlich fehlen. Doch folgt daraus, dass schwefelsaure Alkalien in der Asche

gefunden werden, noch keineswegs, dass sie in der unzerstörten Substanz auch bereits enthalten waren, denn alle schwefelhaltigen organischen Stoffe geben bei der Einäscherung Schwefelsäure, die in kohlensauren und anderen Alkalisalzen die Basen findet, mit denen sie sich vereinigen kann. Demungeachtet sprechen aber Wahrscheinlichkeitsgründe dafür, dass geringe Mengen von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Natron in der That im Blute und anderen Flüssigkeiten präformirt enthalten sind. Mit Bestimmtheit ist die Gegenwart löslicher schwefelsaurer Salze im Harn dargethan, in welchem sie ohne vorgängige Zerstörung der organischen Substanz durch die gewöhnlichen Reagentien nachgewiesen werden können. Es ist ferner bemerkenswerth, dass nach den Versuchen von Bibra die Knochen der Fische und Reptilien nicht unbedeutende Mengen von schwefelsauren Alkalien enthalten. Wir haben keine Gründe dafür, uns die schwefelsauren Alkalien im Organismus anders als einfach gelöst zu denken.

Abstammung.

Abstammung. Es kann als vollkommen bewiesen angesehen werden, dass die schwefelsauren Alkalien, die wir im Organismus und namentlich in seinen Excreten finden, nur zum Theil von aussen stammen. Obgleich dem Thierkörper durch die Nahrung und durch das Wasser schwefelsaure Alkalien zugeführt werden, und obgleich es an genauen Untersuchungen über die Mengen derselben, die auf diese Weise durchschnittlich in den Körper gelangen, noch fehlt, so haben wir doch gewichtige und sogleich zu erörternde Gründe für die Annahme, dass ein Theil der schwefelsauren Alkalien im Organismus selbst erst erzeugt werde, und zwar durch Oxydation des Schwefels der schwefelhaltigen organischen Körperbestandtheile zu Schwefelsäure, die an Alkalien gebunden den Körper verlässt. Demnach erschienen die schwefelsauren Alkalien wenigstens zum Theil als Producte der regressiven Stoffmetamorphose.

Austritt.

Austritt. Die schwefelsauren Alkalien werden hauptsächlich durch den Harn aus dem Körper ausgeschieden. Bei Gesunden bewegt sich die Menge der an Alkalien gebundenen Schwefelsäure, welche täglich und durchschnittlich durch den Harn entleert wird, zwischen 1,50 bis 2,50 Grammes. Dass nun aber diese Schwefelsäure nicht ausschliesslich von den mit der Nahrung eingeführten schwefelsauren Salzen stammt, wird dadurch bewiesen, dass die Schwefelsäure im Harn nicht allein durch die Einführung von Schwefelsäure und schwefelsauren Salzen eine Zunahme erfährt, sondern auch durch die Einführung von Schwefelverbindungen, deren Schwefel im Körper zu Schwefelsäure oxydirt werden kann, durch den innerlichen Gebrauch von Schwefel selbst, von Schwefelantimon u. dgl. m. Von ganz besonderer Bedeutung für die Frage nach der Abstammung der schwefelsauren Salze im Harn ist die von den zuverlässigsten Beobachtern wiederholt constatirte Thatsache, dass die Schwefelsäureausscheidung durch den reichlichen Genuss von Fleisch ganz entschieden ver-

mehrt wird, während bei vorwaltend vegetabilischer Nahrung die Schwefelsäureausscheidung sinkt. Wenn man berücksichtigt, dass mit dem Fleische eine bedeutende Menge von schwefelhaltigen Albuminaten in den Organismus gelangt, so wird man für diese Thatsache kaum eine andere Deutung finden wie die, dass der mit den Albuminaten des Fleisches verbundene Schwefel im Blute allmählich zu Schwefelsäure oxydirt und als solche an Alkalien gebunden mit dem Harn ausgeschieden werde. Dass diese Ausscheidung die saure Reaction des Harns der Fleischfresser zum Theil bedingt, indem die im Organismus gebildete Schwefelsäure sich in die vorhandenen Basen der anderen Harnsalze theilt und dadurch saure Salze entstehen, wurde bereits S. 102 erwähnt. Die obige Deutung der Schwefelsäurevermehrung im Harn nach Fleischgenuss wird endlich auch dadurch gestützt, dass diese Vermehrung mit einer Vermehrung des Harnstoffs Hand in Hand geht.

Nach den Untersuchungen von Laveran und Millon werden von aussen dem Organismus einverleibte schwefelsaure Alkalien nur dann durch den Darm ausgeschieden, wenn sie in grösseren Dosen genommen wurden, in geringeren werden sie vom Darm aus resorbirt, und durch den Harn ausgeschieden.

Endlich ist es noch von Interesse, dass ein Theil der schwefelsauren Alkalien, die in den Darm gelangen, hier zu Schwefelmetallen reducirt werden kann. Diess wird namentlich neben directen Versuchen durch die bekannte Thatsache bewiesen, dass die schwarz bis schwarzgrün gefärbten Stuhlgänge von Personen, welche Mineralwässer trinken, die neben kohlensaurem Eisenoxydul schwefelsaure Alkalien enthalten, ihre Färbung ihrem Gehalt an einfach Schwefeleisen verdanken.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Aus dem Angeführten ergiebt sich, dass die schwefelsauren Alkalien wenigstens zum Theil nur die Bedeutung von Auswürflingen haben. Wenn ihnen ausserdem, was übrigens keineswegs wahrscheinlich ist, noch eine sonstige physiologische Bedeutung zukommt, so ist diese zur Zeit noch gänzlich unbekannt.

Schwefelsaurer Kalk: $CaO . SO_3$.

So wie der schwefelsaure Kalk in thierischen Untersuchungsobjecten zuweilen vorkommt, stellt er mikroskopische Krystalle dar, die Combinationen des klino- und orthodiagonalen Flächenpaars mit zwei Flächen der Pyramide der Grundform darstellen. Der schwefelsaure Kalk ist in Wasser, Säuren und Alkalien gleich schwer löslich, in Alkohol ist er vollkommen unlöslich.

Abbildungen von mikroskopischen Gypskrystallisationen finden sich bei Robin et Verdeil: Atl. Pl. VI. Fig. 1.

Vorkommen.

Vorkommen. Es erscheint zweifelhaft, ob der schwefelsaure Kalk unter normalen Bedingungen in thierischen Organismen vorkommt. Man will ihn im Blute, im pancreatischen Safte, in den Excrementen, in rhachitischen Knochen und in den Knorpeln des Skelettes der Squalen

gefunden haben, allein diese Angaben sind mit Vorsicht aufzunehmen, da es wahrscheinlich ist, dass da, wo schwefelsaurer Kalk gefunden wurde, er sich erst durch mannigfache Zersetzungsvorgänge gebildet hatte.

Auch als Bestandtheil gewisser Gallensteine wurde er angegeben.

d. Säuren.

Von freien anorganischen Säuren kommen nur zwei als Bestandtheile thierischer Organismen in Betracht, und auch diese nur in sehr untergeordneter Weise, nämlich Salzsäure und Schwefelsäure.

Chlorwasserstoffsäure: HCl.

Die wässerige Auflösung des Chlorwasserstoffgases: die gewöhnliche Salzsäure, ist eine farblose, stark sauer schmeckende und reagirende Flüssigkeit, die Basen vollständig sättigt, kohlensaure Salze unter Aufbrausen zersetzt, und durch salpetersaures Silberoxyd, essigsaures Bleioxyd und salpetersaures Quecksilberoxydul weiss gefällt wird; mit Braunstein und anderen Superoxyden entwickelt sie Chlor.

Vorkommen. Die Gegenwart freier Salzsäure ist bis jetzt im Magensafte des Menschen und der Säugethiere mit Bestimmtheit dargethan. Ausserdem wurde sie von Bödeker und Troschel in dem Speicheldrüsensecret von *Dolium Galea* neben freier Schwefelsäure aufgefunden. Vorkommen.

Mengenverhältnisse. Im Magensaft mit Knochen gefütterter Hunde fand Lehmann 0,098 bis 0,132 Proc. freie Salzsäure, C. Schmidt im speichelfreien Magensafte von Hunden 0,3347 Proc., im speichelhaltigen 0,2337 Proc., im Magensaft des Schafes 0,1234, in jenem des Menschen 0,020 Proc. Die tägliche Excretion würde sich nach demselben Beobachter beim Menschen auf 3,392 Grammes belaufen. Im Speicheldrüsensecret von Dolium Galea (einer Schneckenart Siciliens) fanden Bödeker und Troschel 0,4 Proc. freier Salzsäure. Mengenverhältnisse.

Zustände im Organismus. Es ist darüber nichts Sicheres bekannt. Die Hypothese von C. Schmidt, dass die Salzsäure des Magensaftes mit Pepsin, dem Verdauungsferment, eine gepaarte Säure bilde, ist durch keine beweisenden Thatsachen gestützt, und gegenwärtig wohl so ziemlich allgemein verlassen. Zustände.

Abstammung. Es ist gewiss, dass die Salzsäure erst im Organismus erzeugt wird, und es ist ebenso gewiss, dass es die Chlormetalle sind, welche sie liefern, namentlich aber Chlornatrium. Durch welche chemische Processe sie aber in Freiheit gesetzt wird, ist noch gänzlich unaufgeklärt. Abstammung.

Austritt.

Austritt. Die im Magensaft vorhandene freie Salzsäure verlässt den Organismus keinenfalls als solche. Nimmt man, was am wahrscheinlichsten ist, an, dass die freie Salzsäure vom Chlornatrium stamme, so werden durch die Zerlegung dieses Salzes entsprechende Mengen von Natron in Freiheit gesetzt, die mit dem alkalischen Pancreacsecret und der alkalischen Galle in den Darm gelangen, tritt daher die Salzsäure mit dem Speisebrei in den Darm, so muss sie nothwendigerweise hier wieder neutralisirt werden.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der freien Salzsäure eine bestimmte physiologische Bedeutung in der Function des Magensaftes zukommt. Diess würde allein schon aus dem constanten Vorkommen der Salzsäure im Magensafte und aus der Thatsache hervorgehen, dass für die verdauenden Wirkungen des Magensaftes die Salzsäure nur durch die im Magensaft ebenfalls häufig, aber keineswegs constant vorkommende Milchsäure vertreten werden kann. Es sprechen aber noch unzweideutigere Gründe für einen Antheil der Salzsäure an den Functionen des Magensaftes. Vor Allem die Beobachtung, dass das Verdauungsvermögen des Magensaftes durch Sättigung der freien Säure desselben mittelst Alkalien aufgehoben wird, so wie anderseits durch Zufügen kleiner Mengen freier Salzsäure dasselbe wieder hergestellt werden kann; sodann die Thatsache, dass ein wässriger Auszug der Magenschleimhaut für sich keine sogenannte künstliche Verdauungsflüssigkeit darstellt, wohl aber, wenn einige Tropfen Salzsäure zugesetzt werden. Dass durch die Salzsäure das Lösungsvermögen des Magensaftes für die Bestandtheile des Speisebreies zum Theil bedingt ist, bedarf keines weiteren Beweises, denn darin besteht ja am Ende die Function des Magensaftes, allein man darf sich anderseits die Wirkungen der Salzsäure keineswegs so einfach denken, wie man sich etwa die Wirkungen der Salzsäure als Lösungsmittel für sehr verschiedene Stoffe ausserhalb des Organismus denken mag. Diess geht schon aus der Thatsache hervor, dass Salzsäure aus Knochen ausserhalb des Organismus den phosphorsauren Kalk auszieht, die organische Substanz aber ungelöst lässt, während der Magensaft bei der Verdauung auch die organische Substanz des Knochens auflöst. Ebenso beweisend ist in dieser Beziehung die Beobachtung Elsässer's, dass Gegenwart zu viel freier Salzsäure bei zu geringer Verdünnung die Verdauung gänzlich aufhebt. Das günstigste Verhältniss findet nach Elsässer statt, wenn 100 Thle. der Magenflüssigkeit durch 1,25 Thle. Kali gesättigt werden.

Es ist nach dem Gesagten gewiss, dass die Salzsäure wohl einen Factor der Wirkung des Magensaftes darstellt, aber auch nur einen Factor, und dass der Werth dieses Factors und der Modus seiner Wirkung gegenwärtig noch nicht näher zu eruiren ist.

Literatur: Bödeker und Troschel: Bericht der Akademie der Wissenchaften zu Berlin. 1854. S. 468. — Lehmann: Zoochemie. S. 36. u. 29. —

C. Schmidt: Die Verdauungssäfte u. s. w. S. 46. — Elsässer: Die Magenerweichung der Säuglinge. 1846.

Schwefelsäure: HO, SO_3.

Eine der stärksten Mineralsäuren, und auch nach 1000facher Verdünnung mit Wasser Lackmus noch deutlich röthend, treibt die meisten anderen Säuren aus ihren Verbindungen aus; die verdünnte giebt beim Erhitzen ihr Wasser bis auf das Hydratwasser ab, und destillirt dann, wenn sie das specifische Gewicht 1,84 erreicht hat, bei 326° C. über. Die verdünnte Säure giebt mit Barytsalzen einen weissen, in allen Lösungsmitteln unlöslichen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt, mit essigsaurem Bleioxyd einen weissen, schwer löslichen Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd. Mit Kupfer oder Quecksilber erhitzt, entwickelt die concentrirte Schwefelsäure schweflige Säure.

Vorkommen. Freie Schwefelsäure ist nur einmal und bei einer einzigen Thierspecies als Bestandtheil nachgewiesen, nämlich im Speicheldrüsensecret von Dolium Galea, einer grossen Wasserschnecke des südlichen Europas. In 100 Thln. dieses Secretes, welches diese Schnecken, wenn gereizt, mit grosser Kraft auf die Entfernung einiger Schritte hervorspritzen, fand Bödeker 2,7 Thle. Schwefelsäure als Monohydrat berechnet, neben 0,4 freier Salzsäure, 1,4 schwefelsauren, 1,6 anderen Salzen und organischer Substanz, und 93,9 Wasser. Das Secret schmeckte demgemäss auch stark sauer, machte die Zähne stumpf, und brauste in Berührung mit kohlensaurem Kalk. Vorkommen.

So lange diese merkwürdige Beobachtung noch so vereinzelt steht, und bis die Verhältnisse der Secretion bei diesen Thieren näher aufgeklärt sind, müssen wir uns mit der einfachen Mittheilung ein Genüge sein lassen, und uns aller Schlussfolgerungen enthalten. Näheres über die fragliche Beobachtung Suchende verweisen wir auf die Abhandlung Troschel's in den Berichten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1854. August.

e. Anorganische Stoffe, deren Verbindungsformen im Organismus noch nicht mit Sicherheit festgestellt sind.

Kieselerde: SiO_3.

So wie die Kieselerde bei der Analyse der thierischen Aschen erhalten wird, stellt sie ein weisses, sehr leichtes, sich rauh anfühlendes und zwischen den Zähnen knirschendes Pulver dar, welches in Wasser und Säuren unlöslich ist, von caustischen Alkalien beim Kochen mit ihren wässerigen Lösungen aber, und beim Schmelzen damit aufgeschlossen wird. Aus der Auflösung in Alkalien wird sie beim Uebersättigen mit Säuren als Kieselsäurehydrat gallertartig gefällt.

Vorkommen. Spuren von Kieselerde hat man in der Asche des Blutes, der Galle, des Harns und der Eier gefunden; in grösserer Menge tritt sie aber in der Asche der Haare, der Vogelfedern und der Excre- Vorkommen.

mente auf; ferner bestehen die Panzer der niedrigsten Thierclassen: der Infusorien, vorwiegend aus Kieselerde. So namentlich bei den Bacillarien. Endlich hat man Kieselerde auch hier und da als Bestandtheil von Concretionen nachgewiesen. Dazu ist übrigens zu bemerken, dass die in den Excrementen vorkommende Kieselerde zum Theil aus Sand besteht, der mit der Nahrung in den Körper gelangte.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Ueber die Kieselerdemengen in der Asche thierischer Materien liegen zum Theil ausführliche Untersuchungen vor, besonders aber über den Kieselerdegehalt der Vogelfedern, der Haare, der thierischen Wolle. Auf diese quantitativen Bestimmungen kommen wir weiter unten zurück.

Zustände.

Zustände im Organismus. Ueber die Form, in welcher die Kieselerde in den Flüssigkeiten des Thierkörpers gelöst, oder in den Geweben abgelagert ist, haben wir auch nicht einmal annähernde Kenntniss. Dass ihre Lösung im Blute, im Harne, der Galle u. s. w. durch gewisse organische Substanzen vermittelt werde, ist an und für sich nicht unwahrscheinlich, allein wir haben dafür keine Beweise. Ebenso spricht die histologische Structur der Haare und Vogelfedern entschieden gegen eine einfache mechanische Ein- und Ablagerung der Kieselerde in diese Gewebe, und für eine innige Verbindung derselben mit der organischen Grundlage dieser Gewebe; allein die Natur dieser Verbindung ist noch völlig unbekannt.

Abstammung.

Abstammung. Es ist an und für sich klar, dass die Kieselerde des Thierorganismus von aussen stammen muss und durch Nahrung und Getränke aufgenommen wird. Bedürfte dieser Satz eines besonderen Beweises, so wäre er durch den auffallenden Einfluss der Art der Nahrung auf den Kieselerdegehalt der Vogelfedern geliefert. Die Asche der Samen der Cerealien ist besonders reich an Kieselerde, und die Federn der Vögel, die sich von Körnern, Getreide u. s. w. nähren, sind die kieselerdereichsten.

Austritt.

Austritt. Ueber den Austritt der Kieselerde aus dem Organismus fehlen entscheidende Untersuchungen. Ob die im Harne höherer Säugethiere vorkommenden Spuren den ganzen Stoffumsatz der Kieselerde repräsentiren, muss dahingestellt bleiben, sicher aber ist es, dass die im Harne vorkommende Kieselerde von der Umsetzung der Gewebe stammen muss, oder besser, dass sie assimilirt war. Dagegen ist es wahrscheinlich, dass der Kieselerdegehalt der Excremente von den nichtassimilirten Nahrungsresten herrührt. Diess bezieht sich aber natürlich nicht auf solche Thiere, deren Nierensecret mit dem Darminhalt gemeinschaftlich entleert wird.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Ob die geringen Mengen von Kieselerde, welche man bei höheren Thierclassen findet, eine physiologische Bedeutung beanspruchen können oder nicht, wäre ohne Analogie schwierig zu entscheiden. Zieht man aber das constante Vorkommen

relativ so bedeutender Mengen von Kieselerde in den Vogelfedern in Betracht, so dürfte sich die Frage, auch allgemeiner gefasst, eher entscheiden lassen. Gewiss ist es, dass für das Gewebe der Vogelfedern die Kieselerde eine histogenetische Bedeutung hat, eine Bedeutung, die zwar keine gleiche, aber eine ähnliche ist, wie die des phosphorsauren Kalkes für das Knochengewebe. In dem werdenden Knochen, d. h. dem Knorpel, ist die Knochenerde sehr untergeordnet; in ähnlicher Weise verhält sich die Kieselerde zur werdenden Feder. Wie mit der weiteren Entwickelung des Knochenknorpels immer mehr und mehr Erdsalze abgelagert werden, so nimmt auch die Kieselerde nach und nach in den Federn zu. Die Beobachtung Poleck's, der in der Asche des Hühnereiweisses 7 Proc. Kieselerde fand, eine Menge, die bedeutender ist, wie die aller übrigen thierischen Stoffe, Haare und Federn ausgenommen, ist ebenfalls ein nicht zu missdeutender Fingerzeig für die Bedeutung der Kieselerde für die Entwickelung der Vogelfedern. Berücksichtigt man nun, dass nächst den Federn die Haare die kieselerdereichsten Gewebe sind, so wird man ohne grosses Bedenken die histologischen und physiologischen Analogien dieser Gewebe auch auf die Bedeutung der in ihrer Asche vorkommenden Kieselerde ausdehnen können. Inwiefern die Kieselerde für die Entwickelung dieser Gewebe nöthig ist, und wodurch sie nützt, ist vorläufig vollständig unermittelt. Wir werden erst dann an die Lösung dieser Fragen denken können, wenn wir die Zustände der Kieselerde im Thierkörper ermittelt haben.

Literatur: Gorup-Besanez: Ann. d. Chem. u. Ph. LXI, 46. u. LXVI, 321. — Henneberg: Ann. d. Chem. u. Ph. LXI, 255. — Laër: Ann. d. Chem. u. Ph. XLIV, 172. — Poleck: Pogg. Ann. LXXVI, 360. — Fleitmann: Pogg. Ann. LXXVI, 358.

Eisen: Fe.

Wird in der Asche thierischer Stoffe stets als Oxyd gefunden und färbt dieselbe mehr oder weniger rothbraun. Die salzsaure Lösung derartiger Aschen hat eine gelbe Farbe und giebt, falls der Eisengehalt nicht etwa ein bloss spurenweiser ist, mit Schwefelammonium einen schwarzen, mit Ammoniak einen rothbraunen, mit Blutlaugensalz einen dunkelblauen, und mit Rhodankalium einen dunkelrothen Niederschlag oder eine solche Färbung.

Vorkommen. Vor Allem ist Eisen ein Bestandtheil des Blutes, Vorkommen. und zwar der Blutkörperchen. Daher rührt es, dass man bei Einäscherung des Blutes eine ganz rothbraun gefärbte Asche erhält. Das Vorkommen des Eisens im Blute beschränkt sich aber nur auf die Blutkörperchen, und zwar ihren Farbstoff, das Hämatin, während das Blutserum eine eisenfreie Asche giebt. Da das Eisen ein wesentlicher, und auch seiner Menge nach nicht unbedeutender Blutbestandtheil ist, so kann es nicht Wunder nehmen, dass man geringe Mengen von Eisenoxyd in der Asche aller Gewebe findet, in denen Blutgefässe verlaufen. Ausserdem aber wurde es im Magensaft, in der Asche der Haare und Vogelfedern,

im Weissen und im Dotter des Hühnereies, im Chylus, der Lymphe, der Galle, in Gallensteinen, im schwarzen Pigment des Auges, endlich auch in der Milch und im Harne nachgewiesen, häufig allerdings nur in geringen Spuren.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Die relativ bedeutendste Menge von Eisen findet sich im Blute. Wenngleich die Hoffnung Menghini's, dass man aus dem Eisen des Blutes Nägel, Schwerter und andere Instrumente schmieden werde, sich ebensowenig erfüllte, wie die Absicht von Deyeux und Parmentier, aus dem Blute berühmter Männer Denkmünzen schlagen zu lassen, so zeigen doch nachstehende Zahlen, dass das Eisen im Blute eines erwachsenen Mannes ein nicht unerhebliches Gewicht repräsentirt.

Nasse fand für 1000 Theile Blut nachstehender Thiere an Eisenoxyd:

	Eisenoxyd
Mann	0,832
Frau	0,779
Hund	0,833
Gans	0,822
Schwein	0,782
Huhn	0,765
Ochse	0,717
Pferd	0,697
Hammel	0,671
Katze	0,610
Truthahn	0,568
Ziege	0,469

Nimmt man nun 0,8 Eisenoxyd = 0,555 metallischem Eisen pr. mille als die normale Menge im Menschenblute an, und als mittlere Blutmenge $^1/_{11}$ des Körpergewichts, so würde das Gewicht des im Gesammtblute eines erwachsenen 140 Pfund wiegenden Mannes enthaltenen Eisens 3,4996 Gramme oder 37,9 Gran betragen. Der Procentgehalt der Blutasche verschiedener Thiere schwankt zwischen 3,89 Proc. (Huhn) und 12,75 (Hund).

Nächst dem Eisengehalt des Blutes verdient auch noch der des Hühnereies eine besondere Erwähnung, weil sich aus der Vertheilung desselben im Albumen (Weissem des Eies) und Dotter ein sehr bemerkenswerther Gegensatz herausstellt. Während nämlich in 100 Thln. Dotterasche 1,45 Proc. Eisenoxyd gefunden wurden, betrug die Menge desselben in 100 Thln. Asche des Albumens nur 0,34 Proc. In der Asche der Galle fand Weidenbusch 0,23 Proc. Eisenoxyd.

Da das Eisen ein wesentlicher Bestandtheil der Blutkörperchen ist, und zwar des Hämatins, dessen Eisengehalt ein constanter zu sein scheint, so sollte man glauben, dass das Eisen des Blutes ein Maass abgebe für

den Gehalt des Blutes an Blutkörperchen. Das Verhältniss ist aber kein constantes. So fand man:

	Eisen		Blutzellen	
Beim Manne	1	auf	230	C. Schmidt.
dto.	1	„	251	Becquerel und Rodier.
„ Ochsen	1	„	194	C. Schmidt.
„ Schweine	1	„	220	Derselbe.
„ Huhn	1	„	304	Derselbe.
dto.	1	„	310	Henneberg.

Zustände im Organismus. Ueber die Zustände des Eisens im Thierkörper: über die Verbindungsform, in welcher es darin vorkommt, fehlt es zwar nicht an Ansichten und Meinungen, wohl aber an beweisenden Thatsachen. Festgestellt ist darüber nichts. Zustände.

Nach Einigen wäre das Eisen im Blute als Oxyd oder Oxydul, nach Anderen als metallisches Eisen enthalten, während wieder Andere es in organischer Verbindung als integrirenden Bestandtheil des Hämatins annehmen, etwa so, wie man sich den Schwefel in den Albuminaten, oder das Eisen in den Ferrocyanüren und Ferridcyanüren enthalten denkt. Endlich hat man auch noch die Möglichkeit geltend gemacht, dass seine Verbindungsform die des phosphorsauren Oxyds oder Oxyduls sein könnte. Für die meisten dieser Ansichten hat man Gründe beizubringen gesucht. So für die Annahme, dass es als Oxyd vorhanden ist, die Thatsache, dass sich durch Säuren aus getrocknetem Blute Eisenoxyd ausziehen lässt, und dass Blut mit Schwefelalkalien behandelt durch die Bildung von Schwefeleisen schwarz wird; für die Annahme, dass seine Verbindungsform die des Oxyduls sei, die Beobachtung Schönbein's, dass sich Eisenoxydulsalze genau so wie Blutkörperchen als Ozonüberträger verhalten. Die Annahme endlich, dass das Eisen im Blute als metallisches Eisen enthalten sei, ist widersinnig, wenn man sich die Sache so denkt, als wäre dieses metallische Eisen als solches, d. h. an und für sich darin enthalten, so denken sich aber auch die Chemiker die Sache wohl nicht, sondern sie wollen damit nur aussprechen, dass sie das Eisen im Blute nicht als Oxyd, sondern in organischer Verbindung annehmen. Diese vorzugsweise von Mulder vertretene Ansicht stützt sich auf die von ihm gemachte Beobachtung, dass aus rein dargestelltem Hämatin verdünnte Salz- und Schwefelsäure kein Eisen auszieht, während concentrirte Schwefelsäure es daraus unter Wasserstoffentwickelung auflöst. Aber alle diese Gründe, zum Theil auch auf der Bestätigung bedürfende Beobachtungen sich beziehend, sind zur Entscheidung der Frage nicht ausreichend.

Im Magensafte soll nach Braconnot und Berzelius das Eisen als Chlorür vorkommen. Allein auch diese Annahme ist nur darauf gegründet, dass Chlor und Eisen in wässeriger Lösung gefunden wurden; da aber der Magensaft auch Milchsäure und andere organische Säuren enthält, so könnte das Eisen ja auch an diese Säuren gebunden sein. Die von

ihnen angestellten Versuche sprechen aber jedenfalls dafür, dass es mit den Reactionen des Oxyduls im Magensafte auftritt. In der Milz endlich soll das Eisen zum Theil als Bestandtheil eines eiweissartigen Körpers, zum Theil aber an Milchsäure, Essigsäure und Phosphorsäure gebunden vorkommen. Aber auch diese Angabe ruht auf einer ebenso unsicheren Grundlage, wie die übrigen.

Abstammung.

Abstammung. Dass das Eisen des Organismus von aussen stammt, bedarf ebensowenig eines besonderen Beweises, wie der Satz, dass der Organismus in sich selbst Elemente nicht zu erzeugen vermag. Das Eisen gelangt durch Nahrung und Getränke in den Körper. Es ist der Nachweis geliefert, dass die flüssigen und festen Nahrungsmittel so viel Eisen enthalten, dass immer noch ein Theil desselben mit den festen Excrementen ausgeschieden wird.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Auf welchem Wege und in welcher Form das Eisen den Organismus verlässt, ist keineswegs entschieden. Aus dem Umstande, dass die Farbstoffe der Galle stark eisenhaltig sind, und mancherlei Gründe für die Bildung des Gallenfarbstoffs aus zerstörten Blutkörperchen sprechen, hat man den Schluss gezogen, dass die Ausscheidung des Eisens durch die Galle erfolge, von der wir später hören werden, dass sie zwar zum Theil vom Darm aus in das Blut resorbirt, zum Theil aber jedenfalls mit den Darmcontentis ausgeschieden wird. Allein auch diese Ansicht entbehrt exacter Begründung.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Schon das constante Vorkommen des Eisens in den Blutkörperchen deutet darauf hin, dass es ein wesentlicher Bestandtheil derselben sein müsse, sowie sich anderseits aus der Thatsache, dass Krankheiten, die wie die Chlorose sich durch ein blutkörperchenarmes Blut charakterisiren, durch Eisen geheilt werden, ganz unzweifelhaft eine *histognetische* Bedeutung dieses Metalls für die Formelemente des Bluts ergiebt. Das *Wie* dieser Bedeutung ist aber unbekannt. Die in neuerer Zeit von *Schönbein* gemachte wichtige Beobachtung, dass Eisenoxydulsalze ganz ähnlich wie Blutkörperchen Ozon von Ozonträgern auf andere oxydable Körper übertragen, legt es nahe, diese Wirkungen der Blutkörperchen von ihrem Eisengehalte herzuleiten, und darin eine physiologische Function des Eisens bei den im Blute stattfindenden Oxydationsvorgängen zu sehen, allein wer darin mehr wie eine Möglichkeit sieht, der läuft Gefahr, vielleicht sehr bald das luftige Gebäude seiner Schlüsse zusammenstürzen zu sehen.

Literatur: *Nasse:* Handwörterbuch der Phys. Bd. I. Artikel Blut. S. 108. — *Liebig:* Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Artikel Blut. S. 885. 1. Aufl. — *Mulder:* Versuch einer allgem. physiol. Chemie. Bd. I, 348. — *Schönbein:* Journal für praktische Chemie. LXXV, 78. — *Braconnot:* ebendas. VII, 197. — *Berzelius:* Jahresbericht XVI, 380.

Mangan: Mn.

Ist in der Asche thierischer Stoffe als Oxyduloxyd enthalten. Ein Mangangehalt derselben wird durch die blaugrüne Färbung der geschmolzenen Masse erkannt, welche man erhält, wenn etwas der auf Mangan zu prüfenden Asche auf Platinblech mit überschüssigem kohlensaurem Natron und etwas Salpeter geschmolzen wird. Borax und Phosphorsalz geben ferner in der äusseren Löthrohrflamme mit manganhaltigen Substanzen amethystrothe Gläser. In den Lösungen der Aschen, in welchen etwa vorhandenes Mangan als Oxydulsalz enthalten wäre, erkennt man auch noch Spuren desselben, wenn man Bleisuperoxyd mit überschüssiger Salpetersäure erhitzt und einen Tropfen der Lösung zufügt. Bei Gegenwart von Mangan nimmt die Flüssigkeit die intensiv purpurrothe Färbung der Uebermangansäure an.

Vorkommen. Bekanntlich ist das Mangan ein steter Begleiter des Eisens in der anorganischen Natur; es kann daher nicht Wunder nehmen, dass Spuren dieses Metalls auch häufig im Thierorganismus neben Eisen gefunden wurden; so namentlich im Blute (Millon, Cottereau, Burin de Buisson), in der Galle (Weidenbusch), in den Haaren (Vauquelin), in Gallenconcrementen und Harnsteinen (Bley, Wurzer, Bucholz).

Die Beziehungen des Mangans zum Thierorganismus sind vollkommen unbekannt, und daher auch nicht zu entscheiden, ob seine Gegenwart für gewisse Lebensfunctionen wesentlich ist oder nicht.

Kupfer: Cu.

Ist in der Asche thierischer Stoffe, wo es vorkommt, als Oxyd enthalten. Sind die Spuren nicht zu gering, so besitzt die concentrirte salpetersaure Lösung der Asche eine bläuliche Färbung: Schwefelwasserstoff erzeugt darin einen schwarzbraunen Niederschlag, Kali einen blauen, Ammoniak eine lasurblaue Färbung, Ferrocyankalium einen rothbraunen Niederschlag, oder bei Spuren eine rothe Färbung. Bringt man die Lösung in einen Platintiegel und stellt einen Eisenstab hinein, so schlägt sich metallisches Kupfer als deutlich rother Anflug auf die Innenfläche des Platintiegels nieder.

Vorkommen. Man hat im Blute, der Galle und der Leber des Menschen, sowie auch in Gallensteinen zu wiederholten Malen geringe Mengen von Kupfer nachgewiesen; allein dieses Vorkommen scheint ein mehr zufälliges zu sein, und kann eine physiologische Bedeutung durchaus nicht beanspruchen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Spuren Kupfer von der Nahrung, schlecht verzinnten kupfernen Kochgeschirren u. dgl. herrühren, und das Vorkommen derselben in Leber und Galle ist nur insofern von Interesse, als es ein Beweis ist für die durch mehrfache andere Thatsachen ebenfalls gestützte Annahme, dass Metalle und ihre Präparate, die dem Organismus einverleibt werden, sich vorzugsweise in der Leber ansammeln, und hier am längsten nachgewiesen werden können. Diess ist bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen wohl im Auge zu behalten.

Vorkommen.

Dagegen ist es von physiologischem Interesse, dass das Blut mehrerer niederer Thiere, so namentlich das von Cancer vulgaris, C. pa-

gurus, Eledone, Acanthias, Sepion und Octopus, Helix pomatia, Unio pictorum und Limulus Cyclops, nach den Untersuchungen zuverlässiger Beobachter (v. Bibra und Harless, Schlossberger, H. Müller, E. Witting, Déchamp, Genth) Kupfer enthält. In der Asche des weisslich-blauen Blutes von Limulus Cyclops fand Genth 0,085 bis 0,297 Proc. Kupferoxyd. Dieses constante Vorkommen des Kupfers bei diesen Thieren spricht jedenfalls dafür, dass es als wesentlicher Bestandtheil zu betrachten ist; die Meinung aber, dass es bei ihnen das Eisen im Blute geradezu vertrete, welche von Einigen ausgesprochen wurde, wird dadurch widerlegt, dass neben dem Kupfer das Eisen im Blute dieser Thiere nie fehlt, und zuweilen sogar in vorwiegender Menge vorhanden ist.

Auch Spuren von Blei hat man zuweilen im Blute, der Leber und anderen Organen des Menschen ganz unzweifelhaft nachgewiesen, allein das keineswegs constante Vorkommen dieses Metalls ist sicherlich ein ebenso zufälliges, wie das des Kupfers im menschlichen Organismus, und auf dieselben Ursachen (bleihaltiges Wasser u. s. w.) zurückzuführen. Wir erwähnen daher die Thatsache auch nur ihres toxicologischen Interesses halber.

Zweite Gruppe.

Gewebsbildner. Histogene Bestandtheile.

Wir zählen hierher: die Albuminate, die nächsten Derivate derselben, die Fette, ferner einige einzeln stehende histogene Stoffe wie Cellulose, Chitin, Cerebrin.

A. Albuminate.

Allgemeiner Charakter.

Allgemeiner Charakter. Alle bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, und es ist die procentische Zusammensetzung der einzelnen hierher gehörigen Stoffe eine sehr ähnliche. Sie sind nichtflüchtig, verbrennen erhitzt mit Horngeruch, geben ammoniakalische Zersetzungsproducte, und hinterlassen etwas Asche, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehend. Die meisten sind in zwei Modificationen bekannt, in einer löslichen und einer unlöslichen. Unter gewissen Bedingungen geht die lösliche Modification in die unlösliche über. Beide Modificationen sind aber gleich zusammengesetzt.

Rein dargestellt erscheint die lösliche Modification meist in gelblichen, durchscheinenden, amorphen, dem arabischen Gummi äusserlich ähnlichen Massen. Die unlösliche Modification ist im frisch ausgeschiedenen Zustande weiss und flockig, und erscheint unter dem Mikroskope als ein amorphes, körniges Gerinnsel. Getrocknet unterscheidet sich die unlösliche Modification von der löslichen in ihren äusseren Charakteren nicht. Die lösliche Modification ist in Wasser löslich, die unlösliche nicht. In Alkohol und Aether, sowie in verdünnten Säuren in der Kälte sind beide Modificationen unlöslich. Beide sind ferner geschmack- und geruchlos und indifferent, d. h. die Albuminate besitzen weder einen ausgesprochen sauren, noch basischen Charakter.

Von kaustischen Alkalien werden dieselben unter partieller Zersetzung gelöst.)ie Alkalien enthalten dann Schwefelalkali, und die aus der alkalischen Lösung durch äuren gefällten Albuminate erscheinen nun schwefelärmer. Concentrirte Essigsäure nd Phosphorsäure lösen sie auf, die saure Lösung wird durch Ferro- und Ferrid- yankalium gefällt. Concentrirte Salzsäure löst sie in der Wärme unter Zersetzung; eim Kochen unter Luftzutritt färbt sich die Lösung blau oder violett. Concentrirte alpetersäure färbt sie beim Erhitzen gelb, Jod bewirkt ebenfalls gelbe Färbung gutes Reagens unter dem Mikroskope), salpetersaures Quecksilberoxydul, relches salpetrige Säure enthält, bewirkt mit allen Albuminaten beim Erwärmen is auf 100° C. eine sehr charakteristische rothe Färbung (Millon's Reagens). Mit ucker und Schwefelsäure behandelt, färben sie sich schön purpurviolett, eine Reaction, relche sie übrigens mit Galle und Oelsäure theilen. Kocht man sie mit Kali, so immt die kalische Lösung auf Zusatz von Kupfervitriollösung eine violette Farbe an. 'este Albuminate betupft man mit Kupfervitriollösung, hierauf mit Kalilauge, und pült das überschüssige Kupferoxydhydrat mit Wasser ab, worauf sie violett gefärbt rscheinen.

Mit energischen Oxydationsmitteln behandelt, liefern die Albuminate:

Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Capronsäure, Benzoësäure, die Aldehyde dieser Säuren, Ammoniak und flüchtige organische Basen.

Durch Säuren, Alkalien und durch Fäulniss entstehen daraus:

Flüchtige Fettsäuren, Benzoësäure (?), Leucin, Tyrosin, Ammoniak, flüchtige Basen, Schwefelammonium und ein flüchtiger krystallisirbarer Körper von dem Geruch der Fäces.

Die Albuminate sind eminent fäulnissfähige Körper und in einer gewissen Periode ihrer Selbstzersetzung sehr wirksame Fermente.

Ihre chemische Constitution ist unbekannt. Sie enthalten zwischen 50 und 54 'roc. Kohlenstoff, etwa 7 Proc. Wasserstoff, 15 bis 17 Proc. Stickstoff, etwa 25 Proc. auerstoff und bis 1,8 Proc. Schwefel.

Eintheilung der Albuminate.

Die Albuminate lassen sich je nach den Momenten, durch welche ie aus ihren Lösungen in die unlösliche Modification übergehen, in drei Iauptgruppen bringen:

1) Albuminate, die sich aus ihren Lösungen ohne Einwirkung von aussen, mit Ausnahme der der Luft, von selbst niederschlagen, sobald sie dem lebenden Organismus entzogen sind:

 Die verschiedenen Arten des Faserstoffs, Parasyntonin.

2) Albuminate, welche beim Erhitzen ihrer Lösung auf 60 bis 70° C. mehr oder weniger vollständig gefällt werden:

 Albumin. Globulin.
 Paralbumin. Hämatokrystallin.
 Metalbumin.

3) Albuminate, welche nicht oder nur sehr unvollständig durch Kochen, wohl aber durch Säuren und gewisse Fermente aus ihren Auflösungen gefällt werden:

 Casein. Syntonin.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Albuminate fehlen keinem thierischen Organismus und stellen die Hauptbestandtheile des Blutes, aller eigentlichen

Ernährungsflüssigkeiten (Chylus, Lymphe, Milch, parenchymatöse Säfte) des Fleisches und gewisser Gewebe dar. Sie fehlen auch in keine Periode des Lebens und finden sich schon im embryonalen Organismus Die höhere Stufe der Organisation, auf welcher der Körper des Men schen und der höheren Thiere steht, wird durch den Reichthum de Formbestandtheile des Menschen an Albuminaten bezeichnet. Währen bei den Pflanzen die Wände der Zellen und Röhren überwiegend au der stickstofffreien Cellulose bestehen, werden im Thierkörper dieselbe vorzugsweise von Albuminaten und ihren nächsten Abkömmlingen ge bildet.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Nachstehende Angaben über die Mengen verhältnisse der Albuminate in thierischen Flüssigkeiten und Gewebe erläutern die Verbreitung und das Vorwiegen derselben unter den übrige Bestandtheilen in den meisten dieser Flüssigkeiten und Organe.

Es sind ungefähr enthalten:

	In 1000 Thln.
Flüssigkeiten:	
Cerebrospinalflüssigkeit	0,9
Humor aqueus des Auges	1,4
Fruchtwasser	7,0
Darmsaft	9,5
Pericardialflüssigkeit	23,6
Lymphe	24,6
Pancreassecret	33,3
Synovia	39,1
Milch	39,4
Chylus	40,9
Blut	195,6
Gewebe:	
Rückenmark	74,9
Gehirn	86,3
Leber	117,4
Thymus (Kalb)	122,9
Hühnerei	134,3
Muskeln	161,8
Mittlere Arterienhaut	273,3
Krystalllinse	383,0

Das Verhältniss der festen Stoffe überhaupt zu den Albuminate ergiebt nachstehende Tabelle:

Organische Gewebe und Flüssigkeiten.	In 1000 Thln. feste Stoffe.	In 100 Thln. fester Stoffe: Albuminate.
Cerebrospinalflüssigkeit	14,4	6,2 Procent
Humor aqueus	13,2	10,6 "
Fruchtwasser	20,4	34,3 "
Darmsaft	34,7	25,9 "
Pericardialflüssigkeit	41,1	57,4 "
Lymphe	41,1	59,8 "
Pancreassaft	40,8	81,3 "
Synovia	59,7	65,5 "
Milch	138,5	28,4 "
Chylus	80,7	50,6 "
Blut	210,7	92,8 "
Rückenmark	314,8	21,9 "
Gehirn	185,7	46,5 "
Leber	245,1	47,9 "
Thymus	210,7	58,3 "
Hühnerei	265,0	50,7 "
Mittlere Arterienhaut	306,9	89,1 "
Muskeln	264,9	61,1 "
Krystalllinse	420	90,1 "

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Albuminate finden sich im Thierorganismus zum Theil gelöst, zum Theil in festweicher Form organisirt, zum Theil endlich amorph und aufgeschwemmt vor. Neuere Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Albuminate, welche man früher als vollkommen krystallisationsunfähig betrachtete, unter gewissen Umständen krystallisiren können, allein es erscheint mehr wie zweifelhaft, ob sie innerhalb des lebenden Organismus jemals krystallisirt vorkommen. Wie wir bei den einzelnen Stoffen noch näher auszuführen Gelegenheit haben werden, scheint ihre Lösung im Organismus nicht allein durch das Wasser, sondern auch durch die Gegenwart gewisser Salze bedingt zu sein.

Abstammung. Die Albuminate werden dem Thierkörper bereits fertig gebildet durch die Nahrung zugeführt (vgl. S. 38). In der Fleischnahrung erhält das fleischfressende Thier Albuminate, welche mit denjenigen seines eigenen Körpers vollkommen identisch sind, in der Pflanzennahrung das pflanzenfressende Albuminate, welche, wenngleich mit denen seines Organismus gerade nicht identisch, doch denselben in allen wichtigeren Beziehungen vollkommen analog sind. Um zu Bestandtheilen des Organismus zu werden, bedürfen die in der Nahrung aufgenommenen

Albuminate der Assimilation; diese aber setzt keine tiefgreifende chemische Veränderung, sondern nur uns freilich gänzlich unbekannte molekulare Umlagerungen, oder wenig bedeutende chemische Umsetzungen voraus. Durch diese Thatsache gestaltet sich die Ernährung der Thiere wunderbar einfach und wesentlich verschieden von jener der Pflanzen, die in ihrer Nahrung nicht die Bestandtheile ihres Leibes, sondern nur die Elemente derselben aufnehmen.

Dass die Pflanzen den Albuminaten des Thierkörpers ähnliche Stoffe enthalten, wurde bereits vor 100 Jahren von Beccaria bemerkt, ausführlicher zeigte diess 1789 Fourcroy; die Bedeutung dieser Thatsache für die Ernährung wurde aber erst in neuerer Zeit durch Mulder und Liebig hervorgehoben.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen der Albuminate im Organismus und Austritt derselben. Im normalen Zustande des Organismus verlassen die Albuminate den Organismus nicht als solche, sondern erleiden vorher eine Reihe von Veränderungen, wodurch sie in immer einfachere und einfachere Stoffe übergeführt werden, und wobei jedenfalls eine Spaltung in zwei Reihen solcher Zersetzungsproducte stattfindet, deren eine Reihe vorzugsweise den Stickstoff der umgesetzten Albuminate enthält, während die andere Reihe den Kohlenstoff und Wasserstoff derselben immer einfacheren Verbindungen entgegenführt. Bei Weitem die grösste Masse des Stickstoffs der Albuminate tritt als Harnstoff: das Amid der Kohlensäure durch die Nieren aus dem Körper, während ein Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs derselben den Organismus in der Form von Kohlensäure und Wasser verlässt. Aber weder sind diese Producte die unmittelbar aus den Albuminaten sich bildenden, noch sind es die einzigen. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dass die Albuminate im Organismus zahlreiche Metamorphosen erleiden. Vor Allem kommt dem Organismus die Fähigkeit zu, die einzelnen Albuminate ineinander zu verwandeln, dann aber entstehen im Organismus daraus alle jene Stoffe, welche man als nächste Abkömmlinge der Albuminate zu bezeichnen pflegt, und von denen einige, wie Chondrin und Glutin, Keratin und Elastin, die Grundlage wichtiger Gewebe bilden. Zum vollgültigen Beweise dieses Satzes genügt der Hinweis auf das Ei und auf die Milch; aus dem Ei, welches nur Albumin und Casein enthält, entwickeln sich alle Gewebe des Thieres, und in der Milch erhält der Säugling nur ein Albuminat: das Casein, es müssen daher aus diesen Albuminaten alle übrigen Albuminate und alle stickstoffhaltigen Bestandtheile der Gewebe hervorgehen.

Ganz abgesehen von diesen jedenfalls noch histogenetischen stickstoffhaltigen Substanzen treffen wir aber im Organismus, und namentlich an den Hauptheerden des Stoffwechsels, in bemerkbarster Menge Stoffe an, die, weil stickstoffhaltig, von vornherein nur von den Albuminaten und ihren Derivirten abgeleitet werden können, für deren Ursprung aber ganz unzweideutig noch der Umstand zeugt, dass wir diese Stoffe wirklich auch

künstlich aus den Albuminaten darstellen können; diese Stoffe sind vor Allem Leucin und Tyrosin; sie bilden sich aus den Albuminaten bei der Fäulniss derselben, bei ihrer Behandlung mit Säuren, und mit Alkalien. Ebenso kann die Harnsäure, von der wir wissen, dass sie so leicht in Harnstoff, Allantoin und Oxalsäure übergeführt wird, können Kreatin und Kreatinin, welche ebenfalls leicht in Harnstoff übergehen, Xanthin endlich und Guanin, von denen letzteres bei der Oxydation ebenfalls Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure liefert, nur als Zwischenproducte des Zerfalls der Albuminate und ihres Uebergangs in Harnstoff aufgefasst werden. Dagegen lässt sich das Vorkommen von flüchtigen Fettsäuren, Bernsteinsäure, Benzoësäure und Oxalsäure theoretisch wohl sehr gut auf eine Zersetzung der Albuminate zurückführen, allein es ist ebenso gut möglich, dass wenigstens ein Theil dieser Verbindungen von stickstofffreien Materien seinen Ursprung nimmt. Jedenfalls aber kann so viel als ausgemacht gelten, dass der Bildung des Endproducts der Albuminate im Organismus: des Harnstoffs, und der Bildung von Kohlensäure und Wasser, als der Form, in welcher der grösste Theil ihres Kohlenstoffs und Wasserstoffs den Organismus verlässt, zahlreiche Zwischenproducte vorhergehen, die zum Theil auch wirklich als solche ausgeschieden werden.

Sehen wir nun aber von dieser in gerader Descendenz erfolgenden Abspaltung der Albuminate ganz ab, so wird, wie wir später hören werden, ein Theil derselben sehr wahrscheinlich zur Bildung der Galle verwendet, und ein anderer Theil gelangt gar nicht zur Umsetzung zu seinen Endproducten, sondern wird in der Form von Epidermisschuppen und Haaren, deren organische Grundlage ein nächster Abkömmling der Albuminate ist, abgestossen. Endlich tritt auch, wie schon weiter oben S. 68 erwähnt wurde, eine geringe Menge Stickgas mit der Exspirationsluft, und etwas kohlensaures Ammoniak mit der Hautausdünstung aus.

Diejenige Menge des Stickstoffs der Nahrung, welche im Harn nicht als Harnstoff ausgeschieden wird, die also in anderer Form den Körper verlässt, ist bei den Physiologen unter dem Namen des „Stickstoffdeficits“ bekannt; eigentlich aber ist darunter nur jener Stickstoff zu verstehen, der bei der Vergleichung der bekannten Gesammtausgabe mit der Gesammteinnahme fehlt. *Stickstoffdeficit.*

Ein Auftreten der Albuminate in den Excreten, so namentlich im Harn, hat pathologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Albuminate erörtern, hiesse eigentlich die Bedeutung des thierischen Organismus selbst besprechen, denn die Albuminate sind die wesentliche Grundlage desselben, sie verdienen in diesem Sinne, obgleich die Proteintheorie in der Chemie gestürtzt ist, physiologisch noch immer in vollem Maasse die Bezeichnung Proteinkörper (von *πρωτευω:* ich nehme den ersten Platz ein); sie sind die wesentlichsten Bestandtheile des Blutes und *Physiologische Bedeutung.*

9*

Fleisches der Thiere, unter ihrer Mitwirkung bilden sich alle Gewebe derselben, und ihre Umsetzung und Erneuerung vermittelt die Bewegungsphänomene des thierischen Organismus, sie sind die Quelle der Kraft, welche dazu verwendet wird. Eine Rolle, welche ihnen jedenfalls im Organismus theilweise zufällt, ist die der Fermente. Viele der Spaltungen, welche im Organismus neben den eigentlichen Oxydationsvorgängen einhergehen, werden sicherlich durch sie oder unmittelbare Abkömmlinge vermittelt.

Nachdem wir die in physiologischer Hinsicht wichtigeren Beziehungen der Albuminate im Allgemeinen erörtert haben, werden wir uns bei den einzelnen Gliedern dieser natürlichen chemischen Familie kürzer fassen können.

1) Albumin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 53,5, Wasserstoff 7,0, Stickstoff 15,5, Sauerstoff 22,4, Schwefel 1,6.

Albumin. Das Verhalten des Albumins in der löslichen Modification, d. h. seiner Lösungen, ist folgendes:

Beim Erhitzen scheiden Albuminlösungen ein mehr oder minder grobflockiges Coagulum ab, wobei eine schwache Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas stattfindet. Die Abscheidung des Coagulums wird durch Zusatz einer höchst geringen Menge Essigsäure befördert. Der Niederschlag enthält die unlösliche Modification des Albumins. Die Coagulation der Albuminlösungen beim Kochen wird durch Gegenwart einer hinreichenden Menge von freiem Alkali oder von organischen Säuren verhindert. Verdünnte Salpetersäure bewirkt in Albuminlösungen einen weissen flockigen Niederschlag, der in viel Salpetersäure und in überschüssigem Wasser löslich ist. Auch Schwefelsäure, Salzsäure, Pyro- und Metaphosphorsäure bewirken Niederschläge, nicht aber organische Säuren; setzt man jedoch zu den Albuminlösungen neutrale Alkalisalze und hierauf Essigsäure, so entsteht ein Niederschlag, ebenso werden mit Kochsalz gesättigte Albuminlösungen durch concentrirtes Aetzkali in grossen Flocken gefällt. Alkalische Albuminlösungen endlich, welche beim Kochen nicht gerinnen, scheiden, wenn sie mit schwefelsaurem Natron, Kochsalz oder Salmiak versetzt werden, beim Kochen ein flockiges oder klumpiges Coagulum ab. Weingeist fällt Albuminlösungen, der Niederschlag ist in Wasser löslich, starker Weingeist verwandelt ihn aber allmählich in die unlösliche Modification. Albuminlösungen werden ferner durch Bleisalze, Kupfersalze, Quecksilbersalze und andere Metallsalze gefällt. Auch Gerbsäure bewirkt darin einen Niederschlag.

Durch längeres Kochen mit Salzsäure wird das Albumin in einen dem Chondrin ähnlichen Körper verwandelt; leitet man in die Auflösung des Albumins aus Hühnereiern ozonisirte Luft, so wird dieselbe zuerst getrübt und zeigt im durchfallenden Lichte eine grünliche, im reflectirten aber eine röthliche Farbe, zugleich bilden sich fibrinähnliche Coagula, die bei längerer Einwirkung von Ozon wieder verschwinden; wenn keine weitere Einwirkung des Ozons mehr bemerkbar ist, so bleibt ein den Peptonen ähnlicher Körper zurück, der beim Kochen seiner Lösung nicht mehr gerinnt, und weder durch Säuren, noch durch Metallsalze, wohl aber durch Alkohol gefällt wird. In der unlöslichen Modification lässt sich das Albumin von der gleichen Modification anderer Albuminate nicht unterscheiden.

Vorkommen. Unter normalen Verhältnissen findet sich Albumin in allen eigentlichen Ernährungsflüssigkeiten: Blut, Chylus, Lymphe, in allen serösen Secreten, in den Flüssigkeiten des Fleisches und Zellgewebes, im Weissen und im Dotter des Hühnereies, in der Amniosflüssigkeit. Pathologisch kommt es in serösen Transsudaten, im Eiter und nicht selten im Harn vor. In allen diesen Flüssigkeiten befindet es sich in Lösung.

Vorkommen.

Ob Albumin auch ungelöst, als Bestandtheil von Geweben u. s. w., vorkommt, ist mit Bestimmtheit nicht zu entscheiden, da die verschiedenen Glieder der Familie der Albuminate in ihrer unlöslichen Modification übereinstimmende Eigenschaften zeigen.

Mengenverhältnisse. Die Zusammenstellung, welche wir über die Menge der Albuminate überhaupt in einigen Flüssigkeiten und Geweben des Thierkörpers gegeben haben, kann zum grossen Theile auch hierher bezogen werden, denn unter den Albuminaten ist das eigentliche Albumin im Organismus mit wenigen Ausnahmen das vorherrschende. Der mittlere Gehalt nachstehender Ernährungsflüssigkeiten ist etwa folgender:

Mengenverhältnisse.

	In 1000 Thln.
Blut	68
Blutserum	77
Chylus	39
Lymphe	22

Zustände im Organismus. Das Albumin kommt in den Flüssigkeiten des Thierkörpers gelöst vor, allein diese Lösung ist nicht durch Wasser allein vermittelt, sondern von der Gegenwart gewisser anderer Stoffe abhängig. Die Thatsache, dass Albuminlösungen, so wie sie gewöhnlich vorkommen, meist alkalisch reagiren, so wie, dass das Albumin nicht aschenfrei erhalten werden kann, sondern immer eine Asche hinterlässt, die hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk und Chlornatrium besteht, weist schon auf eine mögliche Betheiligung der Alkalisalze an den Eigenschaften des Albumins hin; aber es ist experimentell erwiesen, dass in den alkalisch reagirenden Eiweisslösungen eine wirkliche, wenngleich lose Verbindung des Albumins mit Alkali, mit Natron: sogenanntes Natronalbuminat, enthalten ist. Solche alkalische Albuminlösungen coaguliren unvollständiger beim Erhitzen, und es reagirt die Flüssigkeit nach dem Kochen noch stärker alkalisch als vorher. Neutralisirt man solche Lösungen aber vor dem Kochen genau mit Essigsäure, so gerinnt das Albumin vollständig. Ebenso schlägt sich aus derartigen neutralisirten Albuminlösungen schon beim starken Verdünnen mit Wasser ein grosser Theil des Albumins alkalifrei nieder. Werden endlich Lösungen, welche Natronalbuminat enthalten, durch verdünnten Alkohol gefällt, so schlägt sich ein Theil des Albumins alkalifrei und salzarm nieder, ein anderer bleibt aber mit mehr Alkali verbunden aufgelöst. Diese Thatsachen beweisen zur Genüge, dass in alkalisch-reagirenden Albuminlösungen das

Zustände im Organismus.

Alkali einen Antheil an der Lösung hat, und dass wir das Albumin durch anderweitige Bindung dieses Alkalis ganz oder zum Theil ausscheiden können; dass aber auch andere Salze, so namentlich Chlornatrium, die Lösung der Albuminate vermitteln helfen, ist ebenfalls constatirt, wenngleich das Wie noch vollständig in Dunkel gehüllt ist. Ueberhaupt ist hier ein- für allemal hervorzuheben, dass das proteusartige Verhalten des Albumins in verschiedenen thierischen Flüssigkeiten, welches es geradezu unmöglich erscheinen lässt, seine chemischen Reactionen kurz zu präcisiren, sicherlich von den noch nicht genauer gekannten verschiedenartigen Factoren seines Gelöstseins abhängt, ja es wäre möglich, dass am Ende allen Albuminaten überhaupt eine und dieselbe Substanz zu Grunde läge, und die verschiedenen Albuminate nichts weiter wären wie Modificationen einer und derselben Grundsubstanz, die wir zu isoliren noch nicht im Stande sind. Man hat in neuerer Zeit mehrere, wenn auch nicht geradezu beweisende, aber jedenfalls beachtenswerthe Gründe für diese Ansicht beigebracht.

Aus allem diesem geht aber hervor, dass es nicht die chemische Constitution im engeren Sinne allein ist, über die wir bei den Albuminaten noch nicht im Klaren sind.

Ueber Abstammung und Verwandlungen im Organismus ist das nachzulesen, was über diese Beziehungen von den Albuminaten im Allgemeinen angeführt wurde. Dasselbe gilt auch vom

Austritt derselben. Im physiologischen Zustande wird kein Albumin als solches mit den Excretionen ausgeschieden. Ein Erscheinen desselben in diesen, namentlich im Harn, deutet stets auf ein Leiden des excernirenden Organs, eine Alteration der Blutmischung, oder auf verändertes Diffusionsvermögen der Gefässwände, sohin auf pathologische Zustände.

Physiologische Bedeutung. Wir verweisen auch hier auf das bei den Albuminaten überhaupt Gesagte. Es ist nicht nur allein gewiss, dass aus dem Albumin sich die Gewebe des Thierkörpers bilden können, denn im Ei ist Albumin mit etwas Casein das einzige Albuminat, sondern es ist auch wahrscheinlich, dass es das Protoplasma überhaupt darstellt, und alle übrigen Albuminate aus ihm erst entstehen, wofür mehrere Gründe sprechen.

Einige Modificationen des Albumins:

Paralbumin.

Paralbumin.

Das charakteristische Verhalten Paralbumin enthaltender Lösungen ist folgendes:

Beim Kochen der Lösung entsteht schwache Trübung; bei vorsichtigem Zusatz von Essigsäure zu der kochenden Flüssigkeit trübt sie sich stark, und es bilden sich Flocken, die Flüssigkeit bleibt aber trübe und lässt sich nicht klar filtriren. Alkohol fällt Paralbumin in körnigen Flocken, dieselben lösen sich in Wasser wieder auf.

Salpetersäure giebt im Ueberschuss des Fällungsmittels unlösliche Fällung, Salzsäure Trübung. Gegen die übrigen Reagentien verhalten sich Paralbuminlösungen wie gewöhnliche Albuminlösungen.

Diese Modification des Albumins wurde von Scherer im Inhalt hydropischer Ovarien nachgewiesen.

Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXXXII, 135.

Metalbumin.

Metalbumin.

Die Lösungen des Metalbumins sind schleimig-zähe; die verdünnte Lösung wird weder von Salzsäure noch von Essigsäure gefällt; ebenso entsteht auch in der mit Essigsäure angesäuerten Flüssigkeit durch Ferrocyankalium kein Niederschlag. Alkohol bewirkt in der nicht verdünnten Flüssigkeit eine Fällung, die sich in Wasser wieder auflöst; beim Sieden der mit Wasser verdünnten Flüssigkeit wird dieselbe getrübt; auch Zusatz von Essigsäure während des Kochens bewirkt keine flockige Coagulation.

Das Metalbumin wurde von Scherer in einem durch Paracentese entleerten hydropischen Transsudate nachgewiesen.

Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXXXII, 135.

Pankreatin.

Pankreatin.

Mit diesem Namen bezeichnet Cl. Bernard einen dem Albumin sehr ähnlichen Stoff im Safte der Bauchspeicheldrüse.

Seine Lösungen gerinnen beim Erhitzen in weissen Flocken und werden durch Alkohol gefällt; der durch Alkohol erzeugte Niederschlag löst sich in Wasser wieder auf.

Das Pankreatin unterscheidet sich vom Albumin wesentlich durch die Eigenschaft, ein sehr wirksames Ferment darzustellen, welches gekochtes Stärkmehl sehr rasch in Zucker verwandelt, und neutrale Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zerlegt. Wenn Pankreatinlösungen sich zu zersetzen beginnen, so erzeugt Chlorwasser darin eine rosen- bis weinrothe Färbung; in einem späteren Stadium der Zersetzung bewirkt salpetrige Säure haltende Salpetersäure eine ähnliche Färbung.

Cl. Bernard: Compt. rend. et mém. de la soc. de biolog. 1849. p. 99.

2) Fibrin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 52,6, Wasserstoff 7,0, Stickstoff 17,4, Sauerstoff 21,8, Schwefel 1,2.

Fibrin.

Wir kennen den Faserstoff oder das Fibrin nur in der unlöslichen Modification, nämlich in derjenigen, in welcher sich dieses Albuminat aus den Flüssigkeiten, worin dasselbe während des Lebens und im Organismus gelöst enthalten ist, alsbald ausscheidet, sobald selbe dem Einflusse des Lebens entzogen werden.

Wir kennen daher die chemischen Reactionen des gelösten Faserstoffs nicht, sondern nur das Verhalten des bereits geronnenen.

Der spontan geronnene Faserstoff stellt im feuchten frischen Zustande eine graulich-weisse, elastisch-zähe Masse dar, deren Structur nur scheinbar eine faserige ist, denn unter dem Mikroskop ist von wirklicher Faserung nichts zu bemerken. Dieselbe ist in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, löst sich aber in Essigsäure und Alkalien leichter auf als andere Albuminate. In salzsäurehaltigem Wasser quillt der Faserstoff zu einer gallertigen Masse auf, ohne sich zu lösen, dagegen löst er sich in gewissen Salzen mit alkalischer Basis, namentlich in Salpeterlösung, wenn er mehrere Stunden lang bei 30° bis 40° C. damit digerirt wird. Die Lösung in Sal-

peterwasser verhält sich wie eine Albuminlösung, wenn sie gekocht wird, sie gerinnt, wird übrigens auch durch Essigsäure gefällt. Die Löslichkeit des Fibrins in Salpeterwasser ist übrigens keine constante Eigenschaft desselben. In verschlossenen Gefässen längere Zeit auf 150° C. erhitzt, löst sich das Fibrin ebenfalls auf, und die Auflösung wird dann durch Salpetersäure und Essigsäure gefällt.

Wird Faserstoff im feuchten Zustande mit Wasser übergossen, und mehrere Wochen sich selbst überlassen, so verwandelt er sich ebenfalls zum Theil in lösliches Albumin. In Berührung mit Wasserstoffsuperoxyd endlich bewirkt er Zersetzung desselben und lebhafte Entwickelung von Sauerstoffgas.

Vorkommen und Mengenverhältnisse.

Vorkommen und Mengenverhältnisse. Die thierischen Flüssigkeiten, aus denen sich, wenn dieselben dem Lebenseinflusse entzogen werden, Fibrin ausscheidet, sind vor Allem das Blut, dann aber auch Chylus, Lymphe und einige seröse Transsudate. Auf der Ausscheidung des Faserstoffs beruht die Gerinnung des Blutes.

Die Menge des Fibrins in den genannten Flüssigkeiten ist übrigens eine geringe. Sie beträgt für 1000 Theile der nachstehenden Flüssigkeiten ungefähr:

Blut	2 bis 3
Chylus	0,8
Lymphe	0,4
Pericardialflüssigkeit	0,8
Pleuratranssudate	0,6

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Wir haben bereits weiter oben erwähnt, dass der Faserstoff sich erst ausscheidet, wenn die thierischen Flüssigkeiten dem Lebenseinflusse entzogen sind. Von welchen Momenten aber seine Lösung abhängig ist, weiss man ebenso wenig, wie wodurch seine spontane Gerinnung veranlasst wird. Durch neuere Untersuchungen ist nur das allerdings wichtige Factum festgestellt, dass es die lebenden Gefässwände sind, welche die Gerinnung des Faserstoffs verhindern. Ueberhaupt aber ist man nicht einmal darüber einig, ob der Stoff, den wir als geronnenen Faserstoff kennen, im Blute auch wirklich gelöst existirt, und es hat namentlich Brücke auf zahlreiche, aber allerdings nicht vollkommen beweisende Versuche gestützt, die Ansicht ausgesprochen, dass im kreisenden Blute der Faserstoff gar nicht vorhanden sei, sondern dass derselbe aus dem Albumin bei der Gerinnung erst entstehe, indem durch einen noch nicht näher gekannten chemischen Process ein Theil des Albumins von dem übrigen abgespalten werde und dann das darstelle, was man Faserstoff nennt. Wir kommen auf die Frage der Gerinnung des Faserstoffs im nächsten Abschnitte zurück.

Abstammung.

Abstammung. Die Frage der Abstammung des Faserstoffs fällt mit der der Präexistenz desselben im Blute zusammen. Wenn die Ansicht von Brücke die richtige ist, so entsteht der Faserstoff aus dem Albumin. Aber auch abgesehen von dieser oben erörterten Ansicht ist, wenn man im Blute einen gelösten Faserstoff annimmt, seine Entstehung aus Albumin wahrscheinlich. Aus dem geringeren Kohlenstoff- und höheren

Sauerstoffgehalte des Fibrins gegenüber dem Albumin hat man die Folgerung gezogen, dass das Fibrin aus dem Albumin durch Oxydation entstehe; dafür würde auch die von mir gemachte Beobachtung sprechen, dass unter der Einwirkung des Ozons sich aus Albuminlösungen faserstoffähnliche zähe Coagula abscheiden; allein es ist mit Recht bemerkt worden, dass die verhältnissmässig geringen Differenzen in der Zusammensetzung des Albumins und des Fibrins aus dem einfachen Grunde keine Beweiskraft beanspruchen können, weil der Faserstoff nicht frei von den Hüllen der Blutkörperchen und der Lymphe, sowie anderen zelligen Gebilden gewonnen werden kann, und es jedenfalls möglich ist, dass die Zusammensetzungsdifferenzen von diesen nicht zu vermeidenden Beimengungen herrühren. Nimmt man an, dass der Faserstoff erst mit der Gerinnung selbst aus dem Albumin entstehe, so kann der Vorgang nicht auf einer Oxydation beruhen, denn die Gerinnung des Faserstoffs erfolgt auch bei Ausschluss der atmosphärischen Luft. Est ist daher die Frage, woraus der Faserstoff entsteht, vorläufig eine noch ungelöste.

In Bezug auf die Verwandlungen des Fibrins im Organismus und auf seinen Austritt gilt das von den Albuminaten im Allgemeinen Angegebene.

Die physiologische Bedeutung des Faserstoffs, insofern es sich gerade um diese Modification eines Albuminats handelt, ist unbekannt.

Bezüglich der Literatur über Faserstoff verweisen wir auf die Chemie des Blutes.

3) Syntonin. Muskelfaserstoff.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 54,06, Wasserstoff 7,28, Stickstoff 16,05, Sauerstoff 21,50, Schwefel 1,11.

Das Syntonin stellt im gereinigten und feuchten Zustande eine cohärente, etwas elastische, schneeweisse Masse dar, welche sich vom Filter in papierähnlichen Platten oder Häuten abziehen lässt; in Kalkwasser und in verdünnten Alkalien ist dieselbe leicht löslich. Syntonin.

Kocht man die Lösung in Kalkwasser, so gerinnt das Syntonin wie Albumin; aus dieser Auflösung, sowie auch aus der in verdünnten Alkalien wird es durch concentrirte Lösungen neutraler Alkalisalze präcipitirt.

Setzt man zu den alkalischen Lösungen des Syntonins Chlorcalcium oder schwefelsaure Bittererde, so entsteht in der Kälte kein Niederschlag, wohl aber, wenn das Gemisch gekocht wird. Hat man dagegen die alkalische Lösung vorher gekocht, so bringen die Lösungen von Chlorcalcium und schwefelsaurer Bittererde sogleich einen flockigen Niederschlag hervor. Salpetersäure bewirkt in alkalischen Lösungen des Syntonins einen weissen flockigen Niederschlag, Chromsäure desgleichen.

Salzsäurehaltiges Wasser von $^1/_{10}$ Proc. Säuregehalt löst das Syntonin vollkommen auf, und zwar schon bei gewöhnlicher Temperatur. Diese Lösung gerinnt bei der Neutralisation zu einem dicken, weissen Brei, der sich in überschüssigen Alkalien leicht löst. Kochsalz und andere Salzlösungen bewirken darin ein Gerinnsel, welches sich auf Zusatz von vielem Wasser löst. Das Syntonin wird bei seiner Darstellung aus den Geweben, die es enthalten, durch salzsäurehaltiges Wasser ausgezogen.

In einer mässig concentrirten Lösung von kohlensaurem Kali quillt das Syntonin auf und wird gallertig durchscheinend, ohne sich zu lösen. Auch in Salpeterwasser ist es unlöslich.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Syntonin ist der wesentliche Bestandtheil der Muskelfaser der quergestreiften Muskeln, findet sich aber auch in den sogenannten glatten Muskeln des Magens, Darmcanals und der Harnblase, und in allen contractilen Geweben, in denen die contractilen Faserzellen nachgewiesen werden können, so namentlich in der mittleren Arterienhaut und der Milz.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Nach dem soeben Angeführten ist das Syntonin ein Bestandtheil des Muskelgewebes, und es erschiene demgemäss natürlich, anzunehmen, dass es darin nicht gelöst, sondern organisirt, und in jenem Aggregatzustande enthalten sei, welchen wir in der Physiologie den festweichen nennen. Es sind aber in neuester Zeit, namentlich von Brücke, Wundt und W. Kühne, zum Theil auf Versuche gestützte Theorien über die Todtenstarre aufgestellt worden, denen zufolge das Syntonin im Muskel gelöst wäre, aber nach dem Tode ganz ähnlich wie der Blutfaserstoff gerönne und dadurch die Todtenstarre hervorriefe. Obgleich die Gründe, worauf sich diese Theorien stützen, theilweise nur aus Analogieen und Parallelismen mit dem Blutfaserstoff hergeholt sind, so beruhen sie doch anderseits auch auf nicht unwichtigen Beobachtungen; so namentlich darauf, dass der aus von Blut vollkommen befreiten Muskeln ausgepresste Saft nach Verlauf von einigen Stunden gerinnt, und zwar ganz ähnlich wie Blut. Leider aber hat man versäumt, den chemischen Beweis dafür zu liefern, dass jener Körper, der sich ausschied, auch wirklich Syntonin war, ein Beweis, der zur endgültigen Erledigung der ganzen Frage um so nöthiger erschiene, als Kussmaul gefunden hat, dass während der Todtenstarre die contractile Substanz bedeutende chemische Veränderungen erleiden müsse, da nach gelöster Todtenstarre aus dem Fleische nur wenig Syntonin mehr zu gewinnen sei.

Die Verwandlungen des Syntonins und den Austritt besprechen, hiesse das bei anderen Albuminaten Gesagte wiederholen. Die physiologische Bedeutung desselben, insofern wir etwas davon wissen, ist die des Muskels und der contractilen Gewebe.

Parasyntonin.

Parasyntonin. — Diese Modification des Syntonins wurde in einer durch Thoracocentese entleerten serösen Flüssigkeit aufgefunden. Dieselbe erstarrte alsbald nach der Entleerung zu einer zitternden Gallerte, allmählich aber setzte sich ein Gerinnsel zu Boden, welches auf dem Filter zu einer papierähnlichen, weissen Masse zusammenschwand. Das Parasyntonin stimmt in den meisten Eigenschaften mit denen des Syntonins überein, löst sich aber nicht in Kalkwasser, und nur schwierig in verdünnten Alkalien.

Literatur: Ludwig: Lehrb. der Physiologie. Bd. I. 2te Aufl. S. 471 u. ff. — Wundt: Die Lehre von der Muskelbewegung. Braunschweig 1858. — W. Kühne: Allgem. medic. Centralzeitung. 1858. Nr. 70. — Kussmaul: Prager Vierteljahrschr. 1855. II, 67. — Gorup-Besanez: Annal. der Chem. u. Pharm. XCIV, S. 167.

4) Casein.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 53,6, Wasserstoff 7,1, Stickstoff 15,7, Sauerstoff 22,6, Schwefel 1,0.

Casein.

Das chemische Verhalten der Caseinlösungen ist nachstehendes:

Beim Kochen erfolgt keine Gerinnung, abgedampft aber bilden sie auf der Oberfläche eine Haut, die, wenn sie weggezogen und entfernt wird, sich immer wieder erneuert.

Mineralsäuren, Salzsäure, Schwefelsäure u. s. w. bewirken in Caseinlösungen einen Niederschlag, der in Wasser und Alkohol löslich ist. Neutralisirt man mit Alkalien, so löst sich der gebildete Niederschlag ebenfalls wieder auf.

Essigsäure bewirkt ebenfalls einen im Ueberschuss der Säure löslichen Niederschlag.

Chlorcalciumlösung bewirkt in Caseinlösungen beim Kochen einen Niederschlag, der eine Verbindung von Casein mit Kalk zu sein scheint. Schwefelsaure Bittererde verhält sich ähnlich.

Werden Caseinlösungen mit Laab bei 40° C. digerirt, so fällt alles Casein in der unlöslichen Modification nieder.

Im Uebrigen verhalten sich Caseinlösungen wie Albuminlösungen.

Die lösliche Modification des Caseins eingeäschert, giebt eine alkalisch reagirende Asche, während die unlösliche (das geronnene Casein) eine neutral reagirende, kohlen- und phosphorsauren Kalk enthaltende Asche giebt.

Vergleicht man das über das chemische Verhalten des Caseins Angegebene mit dem, was von dem Verhalten des Alkalialbuminats, oder von mit etwas Alkali versetzten Albuminlösungen bekannt ist, so zeigt sich eine mehr oder minder vollkommene Uebereinstimmung, wie Lehmann gezeigt hat. Als wesentliches Charakteristicum der Caseinlösungen glaubte man bis auf die neueste Zeit die Gerinnung durch Laab ansehen zu dürfen, allein Lehmann hat vor Kurzem angegeben, dass, wenn man Alkalialbuminat etwas Milchzucker und eine Spur öliges Fett zusetzt, durch Laab eine der Milchgerinnung ganz ähnliche Coagulation des Caseins nach 2- bis 3stündiger Digestion bei 30° bis 40° C. eintritt. Umgekehrt kann unter Zusatz gewisser Stoffe reines Casein in eine bei 60° bis 70° C. coagulirbare albuminähnliche Materie umgewandelt werden. Endlich ist noch zu erwähnen, dass nach meinen Beobachtungen Caseinlösungen durch Ozon nach einer gewissen Dauer der Einwirkung in der Art verändert werden, dass sie beim Erhitzen wie Albumin gerinnen, und durch Essigsäure nicht mehr gefällt werden. Bei fortgesetzter Einwirkung des Ozons entsteht ein dem aus Albuminlösungen erhaltenen ganz ähnliches peptonartiges Product.

Es scheint demnach, dass Casein nichts weiter ist, wie eine gewisse Modification des Albumins, was ja, wie bereits erwähnt wurde, von den meisten Albuminaten präsumirt werden kann, allerdings aber beim Casein und dem unten abzuhandelnden Globulin besonders deutlich wird.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Casein ist ein wesentlicher Bestandtheil der Milch aller Säugethiere. Mit dem Casein in ihrem Verhalten mehr oder weniger übereinstimmende Albuminate wurden ausserdem im Blute (Panum's Serumcasein), im Eidotter, im Interstitialsafte der mittleren Arterienhaut, des Zellgewebes und Nackenbandes, in allen contractilen, contractile Faserzellen enthaltenden Geweben, in dem parenchymatösen Safte der Thymusdrüse, in der Allantoisflüssigkeit, — und pathologisch in mehreren serösen Transsudaten nachgewiesen.

Der Caseingehalt der Milch beträgt durchschnittlich 3 bis 5 Procent.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Der grösste Theil des Caseins komm im Organismus jedenfalls gelöst vor, allein es ist sehr wahrscheinlich dass ein Theil desselben die Hüllen der Milchkügelchen bildet, demnac gewissermaassen organisirt ist. Allerdings wissen wir nur so viel, das die Milchkügelchen eine Hüllenmembran besitzen, deren Eigenschafte die eines Albuminates sind.

Abstammung.

Abstammung. Da wir das Casein als eine dem Albumin minde stens sehr nahe verwandte Modification der Albuminate zu betrachte haben, so fällt die Frage nach der Abstammung des Caseins mit de gleichen Frage bezüglich des Albumins und der Albuminate überhaup zusammen, auf deren Erörterung, die, soweit es gegenwärtig möglich is S. 129 gegeben wurde, wir hiermit verweisen.

Verwandlungen und Austritt.

Das Gleiche gilt von den Verwandlungen im Organismus, nich aber von dem Austritt. Das Casein ist das einzige Albuminat, welche mit einem normalen Secrete aus dem Körper tritt, freilich nur unter de Voraussetzung, dass die Milch auch wirklich entleert und, einmal gebil det, nicht wieder resorbirt wird.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung de Caseins ist die der Milch, deren einer wesentlicher Bestandtheil es is nämlich die eines sehr wichtigen Nährstoffes. Das säugende Thier erhä mit der Milch im Casein das einzige Albuminat, und aus diesem müsse sich Blut und Fleisch sowie die stickstoffhaltigen Gewebe herausbilden

Ueber eine angeblich krystallisirte Verbindung des Caseins mit einer organische Säure (aus den Samen der Berthelotia excelsior: Para-nuss) vergl. Maschke Journ. f. prakt. Chem. Bd. 74.

5) Globulin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 54,5, Wasserstoff 6,9, Stickstoff 16,5, Sauerstoff 20,9, Schwefel 1,2.

Globulin.

Dem Albumin in seinem chemischen Verhalten sehr nahestehend, unterscheid sich das Globulin durch nachstehende Reactionen: Globulinlösungen gerinnen zwa beim Erhitzen, allein das Coagulum scheidet sich nicht vollständig ab, und di Flüssigkeit geht stets trübe durch das Filter; während die ursprünglichen Globulin lösungen neutral reagiren, zeigt die vom Coagulum abfiltrirte Flüssigkeit saur Reaction. Die mit Essigsäure angesäuerte Lösung des Globulins wird durch Neutra lisation mit Ammoniak, und die mit Ammoniak versetzte durch Essigsäure gefäll auch durch Kohlensäuregas wird es aus seinen Lösungen gefällt. Der Niederschla löst sich beim Zuleiten von Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft wieder auf.

Vorkommen. Mit Bestimmtheit ist das Globulin als Bestand theil der Krystalllinse des Auges nachgewiesen, doch hat man vielfac auch den in den Blutkörperchen neben Hämatin vorkommenden eiweiss artigen Körper für identisch mit dem Globulin gehalten.

Die Menge des Globulins in der Krystalllinse beträgt an 36 Proc.

Von Wichtigkeit ist die Thatsache, dass die inneren Schichten der Linse eine concentrirtere, die äusseren aber eine verdünntere Lösung des Globulins enthalten, was mit den optischen Eigenschaften der Linse sicherlich in Zusammenhang steht.

In neuester Zeit haben über die Albuminate der Krystalllinse Valenciennes und Fremy abweichende Angaben gemacht; vergl. Compt. rend. XLIV, 1122.

6) Hämatokrystallin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 55,2, Wasserstoff 7,1, Stickstoff 17,4, Sauerstoff 19,9, Schwefel 0,4?

Hämato-krystallin.

Mit diesem Namen bezeichnet man aus den Blutkörperchen der Wirbelthiere darstellbare eiweissartige Körper, die unter gewissen Umständen in schönen rothgefärbten Krystallen erhalten werden können. Da aber die erhaltenen Krystalle sehr verschiedenen Krystallsystemen angehören, und auch in ihren Löslichkeits- und sonstigen Verhältnissen wesentliche Unterschiede zeigen, so kann nicht bezweifelt werden, dass unter dieser gemeinsamen Bezeichnung verschiedene Stoffe zusammengeworfen werden. Man unterscheidet:

Verschiedene Arten desselben.

1) Prismatisches Hämatokrystallin aus dem Blute der Milzvenen der Pferde und Hunde, aus Fischblut und aus Blut der meisten Thiere überhaupt.
 Vergl. Funke: Atlas. 2te Aufl. Taf. X. Fig. 1, 2, 3.
2) Tetraëdrisches Hämatokrystallin aus dem Blute der Meerschweinchen, der Ratte und der Maus darstellbar.
 Funke: Atlas. 2te Aufl. Taf. X. Fig. 4.
3) Hexagonales Hämatokrystallin aus Eichhörnchenblut.
 Funke: Atlas. 2te Aufl. Taf. X. Fig. 5.
4) Rhomboëdrisches Krystallin im Blute des Hamsters gefunden.
 Funke: Atlas. 2te Aufl. Taf. IX. Fig. 6.

Die Krystalle des Hämatokrystallins enthalten Krystallwasser, und verlieren dieses an der Luft ziemlich leicht; sie sind geruch- und geschmacklos, stets roth gefärbt, getrocknet und gepulvert gelblich braun, doch soll sich daraus das Pigment auch vollständig entfernen lassen. Ihre Löslichkeit in Wasser ist sehr verschieden, in Alkohol und Aether sind sie unlöslich, ebenso in concentrirter Kalilauge. Es gelingt nur schwer, sie umzukrystallisiren, und es ist das Hämatokrystallin überhaupt nur nach Einwirkung von Kohlensäure krystallisirbar.

Beim Erhitzen blähen sie sich auf, riechen nach verbranntem Horn, fangen Feuer, und hinterlassen wenig eisenhaltige Asche, doch sollen sie auch vollkommen aschenfrei erhalten werden können.

Die Auflösungen der Hämatokyrstalline gerinnen in der Hitze, und es spaltet sich während der Gerinnung eine freie Säure ab. Die Auflösungen werden weder durch salpetersaures Silberoxyd, noch durch Quecksilberchlorid, noch durch Zinnchlorür und durch Bleiessig gefällt, wohl aber durch salpetersaures Quecksilberoxydul und saures chromsaures Kali. Ihre Lösungen verhindern endlich die Fällung von Chlormetallen durch salpetersaures Silberoxyd.

Wird die wässerige Lösung der Krystalle mit neutralen Alkalisalzen versetzt und dann Essigsäure hinzugefügt, so entsteht ein Niederschlag. Salpetersäure bewirkt in der wässerigen Lösung ebenfalls Fällung.

Die einfachste und sicherste Methode, mikroskopische Blutkrystalle zu erhalten, besteht darin, einen Tropfen Blut, am besten, wenn es einige Zeit gestanden hat,

auf das Objectglas zu bringen, und so weit verdunsten zu lassen, dass der Rand des Tropfens einzutrocknen anfängt; man bedeckt ihn dann, nachdem man, wenn das Blut nicht bereits vorher gewässert worden war, ein Tröpfchen Wasser zugefügt hat, mit dem Deckgläschen. Die Flüssigkeit breitet sich dann über den eingetrockneten Ring aus, und hier bilden sich dann am ersten und am leichtesten die Krystalle.

Vorkommen. **Vorkommen.** Die Hämatokrystalline kommen nach Allem, was man von ihren Beziehungen weiss, und namentlich nach der Art ihrer Darstellung im grösseren Maassstabe (Einwirkung von Wasser, **Sauerstoff**, Kohlensäure und gleichzeitiger Einfluss strahlenden oder diffusen Sonnenlichts), als solche im Organismus präformirt wohl nicht vor, sondern entstehen erst bei dieser Behandlung aus dem Inhalte der Blutkörperchen. Eine andere Bildungsweise oder eine andere Quelle ihrer Bildung ist nicht bekannt.

So lange die interessante Thatsache der Krystallisationsfähigkeit gewisser organischer nach ihren Reactionen zu den Albuminaten zählenden Blutbestandtheile durch ein exactes, nach den Regeln strenger wissenschaftlicher Kritik angestelltes Studium noch nicht eine solidere Grundlage gewonnen hat, als diess bisher geschehen ist, und so lange die „verschiedenen Hämatokrystalline" noch nicht vollständig getrennt, und einer wissenschaftlichen Controle zugänglich gemacht, so lange endlich die Bedingungen ihrer Bildung und ihr Verhältniss zur Substanz, aus der sie entstehen, noch nicht besser aufgeklärt sind, als bisher, dürfte es sich schwer rechtfertigen lassen, sich über ihre physiologischen Beziehungen in der nothwendigsten Grundlage entbehrenden hypothetischen Erörterungen zu ergehen.

Literatur: C. **Funke:** De sanguine venae lienalis. Diss. Lips. 1851, u. Zeitschrift f. rat. Med. N. F. I, 184. II, 199. 288. — F. **Kunde:** Ebendas. II, 271. — **Parkes'** Medical Times 1852. V, 103. — **Sieveking:** British and foreign med. chir. Review 1853. V, 348. — **Lehmann:** Lehrb. der physiol. Chemie. 2te Aufl. I, 364. II, 152. 163. — **Derselbe:** Handb. der phys. Chemie. 2te Aufl. 182. — **Derselbe:** Ber. der königl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. zu Leipzig. 1852, 23. 78. 1853, 102.

B. Albuminoide.

Nächste Derivate der Albuminate.

Wir zählen hierher: **Pyin**, **Mucin**, **Spermatin**, **Keratin**, **Fibroin**, **Spongin**, **Substanz des elastischen Gewebes** (Elastin), **Collagen**, **Chondrigen**, **Ichthin**, **Ichthidin**, **Peptone** und **Parapeptone**, **Ptyalin** und **Pepsin**.

Allgemeiner Charakter. Die aufgezählten hierher gehörigen Stoffe stehen ebensowohl nach ihrer Zusammensetzung wie nach ihrem allgemeinen Verhalten zu den Albuminaten in einer nahen genetischen Beziehung; wie letztere sind sie alle stickstoffhaltig, meist auch wohl schwefelhaltig, und haben mit ihnen überhaupt eine unläugbare Aehnlichkeit der Zusammensetzung; wie die Albuminate haben sie grosse Neigung in Wasser

aufzuquellen, sind zum Theil eminent fäulnissfähig und indifferent. Die meisten sind nicht aschenfrei darstellbar, und hinterlassen beim Verbrennen eine Alkalien und phosphorsauren Kalk haltende Asche. Ihr Verhalten gegen Reagentien ist übrigens nicht unwesentlich von dem der Albuminate verschieden.

Die Zersetzungsproducte, welche sie liefern, stimmen theilweise mit denen der Albuminate überein, es ist aber bemerkenswerth, dass einige davon bei der Behandlung mit Säuren und Alkalien neben Leucin auch Glycin liefern, welches man aus den eigentlichen Albuminaten noch nicht erhalten hat.

Die meisten der hierher gehörigen Stoffe sind organisirt, und integrirende Bestandtheile von Geweben (Epithelien, Horngewebe, Knorpelzellen, Sehnen, elastisches Gewebe u. s. w.), einige kommen aber auch in Lösung vor, und einzelne scheinen der Krystallisation fähig zu sein.

Einige davon sind endlich sehr wichtige thierische Fermente.

Von den physiologischen Beziehungen der Albuminoide gilt vielfach das von den Albuminaten Gesagte. Die abweichenden Momente werden bei den einzelnen Stoffen erörtert werden, insofern überhaupt Anhaltspunkte dafür geboten sind.

1) Pyin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 51,69, Wasserstoff 6,64, Stickstoff 15,09, Sauerstoff und Schwefel 26,58.

Die Reactionen, wodurch sich das Pyin in seinen Lösungen charakterisirt, sind folgende: Pyin.

Essigsäure bewirkt im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, Alaun unlösliche Trübung, Salpetersäure und Salzsäure im Ueberschuss der Säuren leicht lösliche Trübungen, Ferrocyankalium in der salzsauren Lösung weder Trübung noch Niederschlag. Durch Kochen wird seine Lösung nicht verändert. Von den Albuminaten unterscheidet sich mithin das Pyin durch einen niedrigeren Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt, und somit einen grösseren Sauerstoffreichthum, und durch die Nichtfällbarkeit der sauren Lösung durch Ferrocyankalium.

Vorkommen. Das noch sehr unvollkommen studirte Pyin ist bisher nur im Eiter und in einigen pathologischen Transsudaten gelöst aufgefunden; sonach kaum als ein normaler Bestandtheil des Organismus anzusehen, wenn man das Pyin nicht mit Mulder für identisch mit einer Substanz hält, die letzterer Chemiker zuerst durch längeres Kochen von Albumin mit Wasser erhielt und Proteintritoxyd nannte. Eine Substanz von diesen Eigenschaften soll sich nämlich nach Mulder auch im Blute und allen Transsudaten finden, während Lehmann die Identität des Pyins und Proteintritoxyds in Abrede stellt, und das Pyin selbst wohl nicht mit Unrecht für ein Gemenge verschiedener Materien erklärt. Dafür sprechen in der That mancherlei Gründe. Vorkommen.

Sicher ist es endlich, dass das Pyin nicht einmal ein constanter Bestandtheil des Eiters ist und darin nicht selten fehlt. Von einer eigentlich physiologischen Bedeutung desselben kann daher keine Rede sein.

2) Schleimstoff, Mucin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 52,17, Wasserstoff 7,01, Stickstoff 12,64, Sauerstoff 28,18.

Schleimstoff.

Eine Substanz, welche in hohem Grade die Eigenschaft besitzt, den Flüssigkeiten, in welchen sie sich, wenn auch in geringer Menge, aufgelöst findet, eine zähe, klebrige, stark fadenziehende Consistenz zu verleihen.

In den Lösungen derselben bewirkt Kochen weder Coagulation noch Trübung, Essigsäure einen im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, Salpetersäure eine im Ueberschuss lösliche Fällung, und ebenso andere Mineralsäuren. In den sauren Lösungen bewirkt Ferrocyankalium weder Trübung noch Niederschlag.

Im getrockneten und gereinigten Zustande unterscheidet sich der Schleimstoff kaum von den Albuminaten. Wird seine Lösung im Wasserbade zur Trokene abgedampft, so geht er in eine unlösliche Modification über; während des Abdampfens überzieht sich die Flüssigkeit mit einer Haut.

Von dem Pyin unterscheiden sich die Auflösungen dieses Stoffs dadurch, dass sie durch Quecksilberchlorid und neutrales essigsaures Bleioxyd nicht gefällt werden. Beim Kochen mit Schwefelsäure liefert das Mucin neben Leucin über 4 Proc. Tyrosin, viel mehr als die Albuminate bei gleicher Behandlung an Tyrosin geben.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Mucin ist der wesentliche Bestandtheil jener Secrete, welche wir Schleim nennen, und zwar in jenem weiteren Sinne, in welchem wir auch die Secrete der Speicheldrüsen und die Wharton'sche Sulze, den schleimigen Inhalt gewisser Cysten und der sogenannten Ranula dazu rechnen. Auch durch Extraction fötalen Bindegewebes mit Wasser will man eine diese Substanz enthaltende Lösung dargestellt haben.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Der Schleimstoff kommt im Schleim jedenfalls gelöst vor, allein seine Lösung scheint von damit verbundenem Alkali abhängig zu sein, auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass die ausserordentlich verschiedenen Consistenzgrade, welche der Schleim zeigt, von der Menge des Alkalis herrühren, welche damit verbunden ist. Sättigt man nämlich das freie Alkali des Schleims mit Essigsäure, so wird die Schleimlösung um so zäher, je mehr Alkali durch die Essigsäure entzogen wird, bis sich endlich der Schleimstoff in dicken Flocken abscheidet.

Dass sich der Schleimstoff aus den Albuminaten bildet, ist eben so sicher, als es gänzlich unaufgeklärt ist, wie diess geschieht. Vergleicht man die Zusammensetzung des Mucins mit jener der Albuminate, so ergiebt sich sogleich, dass aus den Albuminaten, damit sie in Mucin übergehen können, Kohlenstoff und Stickstoff austreten müsse. Wie es mit dem Schwefelgehalte steht, ist noch näher zu ermitteln. Nach Scherer's Untersuchung ist das Mucin schwefelfrei.

Die physiologische Bedeutung des Schleimstoffs ist die des Schleims; eine andere ist wenigstens nicht bekannt.

Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. LVII, 196. — Schlossberger: ebendas. XCVI, 71. — Städeler: ebendas. CXI, 14.

Spermatin.

Spermatin. Diesen Namen hat man einem Bestandtheil des thierischen Samens gegeben, welcher sich in seinem chemischen Verhalten noch am nächsten an das Mucin anschliesst. Von seiner Gegenwart ist die gallertige Beschaffenheit des

frisch entleerten Samens bedingt. Seine Lösungen gerinnen nicht durch Kochen; Essigsäure erzeugt darin einen im Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag, und in der essigsauren Lösung bewirkt Ferrocyankalium einen Niederschlag, Salpetersäure bewirkt eine leichte Trübung. Beim Abdampfen geht das Spermatin in eine unlösliche Modification über; der Rückstand ist in Wasser unlöslich, in verdünnten Alkalien löslich, wird aber aus dieser Lösung durch concentrirte Alkalien wieder präcipitirt.

3) Keratin. Hornstoff.

Keratin.

Zusammensetzung in 100 Theilen:

	Epithelium	Epidermis	Nägel	Horn	Haare	Federn
Kohlenstoff	51,53	50,28	51,00	51,03	50,65	52,457
Wasserstoff	7,03	6,76	6,94	6,80	6,36	6,958
Stickstoff	16,64	17,21	17,51	16,24	17,14	17,719
Sauerstoff	22,32	25,01	21,75	22,51	20,85	22,866 (Sauerstoff und Schwefel)
Schwefel	2,48	0,74	2,80	3,42	5,00	

Chemisch rein ist das Keratin noch nicht dargestellt. Alle Gewebe, welche diese Grundsubstanz enthalten, sind ihrem grössten Theile nach unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, durch Kochen mit Wasser werden sie zum Theil weich, geben aber keinen Leim. Werden einige davon unter einem Drucke von mehreren Atmosphären mit Wasser gekocht, so gehen sie in Lösung. In sehr concentrirter Essigsäure quellen sie gallertartig auf und lösen sich, mit Ausnahme der Haare. In Alkalien lösen sie sich leicht auf; die alkalische Lösung giebt, mit Essigsäure versetzt, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff, einen Niederschlag. Horn entwickelt übrigens schon, mit Wasser gekocht, Schwefelwasserstoff. Salpetersäure färbt sie gelb. Schwefelsäure zersetzt diese Gewebe unter Bildung von Leucin und viel Tyrosin (4 Procent).

Vorkommen.

Vorkommen. Das Keratin ist die Grundsubstanz des Horngewebes oder der Tela cornea der Histologen, wozu Epithelium, Epidermis, Nägel, Hufe, Klauen, Horn, Wolle, Haare, Federn, Fischbein und Schildpatt gehören. In den ersten Stadien der Entwickelung scheinen sie alle aus kernhaltigen Zellen zu bestehen, welche später in kernlose Schüppchen oder Blättchen übergehen. Zellenmembran, Inhalt und Kern scheinen anfänglich chemisch different zu sein. Ueberhaupt ist es nach Allem kaum zu bezweifeln, dass das Keratin kein chemisches Individuum, sondern ein Gemenge ähnlicher Verbindungen ist.

Sonstige physiologische Beziehungen.

So wie alle zu den Albuminoiden gezählten Stoffe stammt auch das Keratin sicherlich von den Albuminaten ab; der chemische Vorgang hierbei ist uns aber gänzlich unbekannt. Vergleicht man die Zusammensetzung des Keratins oder besser der gereinigten Horngewebe mit jener der Albuminate, so ergiebt sich für erstere ein niedrigerer Kohlenstoff- und durchschnittlich ein höherer Stickstoff- und Schwefelgehalt. Letzterer aber scheint einer Atomgruppe anzugehören, die den Schwefel leichter verliert, wie die Albuminate, denn W. Müller konnte die Substanz des elastischen Gewebes durch wiederholte Behandlung mit Kalilauge nahezu schwefelfrei darstellen, und Chevreul konnte auch der thierischen Wolle

den Schwefel vollständig entziehen. (Compt. rend. 1840. I. Sem. N. 16.)

Bezüglich des Austritts macht das Keratin von den Albuminaten und übrigen Albuminoiden eine bemerkenswerthe Ausnahme; ein guter Theil desselben verlässt nämlich den Organismus als solches in Folge der Abstossung der epithelialen und Horngebilde (Hautabschuppung, Häutung, Mauserung, Entfernung und Ausfallen der Haare, der Nägel, Klauen, Wolle, Abwerfen der Geweihe u. s. w.).

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Keratins fällt natürlich mit jener des Horngewebes zusammen, diese aber ist eine sehr hervorragende. Vor Allem kommt hier der Schutz in Betracht, welchen die Horngewebe den zarteren gefäss- und nervenreichen Gebilden gegen mechanische und chemische Schädlichkeiten gewähren. Sodann sind sie als schlechte Wärmeleiter für die Regulation der thierischen Wärme von Bedeutung, ebenso aber für jene der Verdunstung, der Transsudation und der Resorption. Der epitheliale Bau vieler Drüsen spricht dafür, dass sie in einem bestimmten Verhältnisse zur Secretion stehen, welches aber dieses Verhältniss ist, erscheint noch gänzlich unaufgeklärt. Es ist endlich gewiss ein für den Stoffwechsel bedeutsames Moment, dass mit den abgestossenen Horngebilden eine nicht unbeträchtliche Menge Stickstoff und Schwefel den Organismus verlässt.

Conchiolin.

Conchiolin. An das Keratin schliesst sich eine von Fremy Conchiolin genannte Materie an, die den in Kalilauge unlöslichen Bestandtheil der Muschelschalen bildet. Diese Materie bildet beim Kochen mit Wasser auch unter starkem Drucke keinen Leim, ist überhaupt unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und Kalilauge. Die Zusammensetzung stellt diese Substanz sehr nahe an das Horngewebe. Sie enthält nämlich in 100 Theilen etwa 50 Proc. Kohlenstoff, 6 Wasserstoff, 16 bis 16,7 Stickstoff und 38 Sauerstoff. (Auf einen etwaigen Schwefelgehalt wurde sie nicht untersucht.)

Eine ähnliche Substanz, aber nur 12 bis 13 Proc. Stickstoff enthaltend, fand Schlossberger im Byssus der Acephalen.

4) Fibroin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 48,61, Wasserstoff 6,50, Stickstoff 17,34, Sauerstoff 27,55.

Fibroin.

Eine weisse, glänzende, zerreibliche, geruch- und geschmacklose Masse, in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und Ammoniak unlöslich, in Alkalien, namentlich stärkeren Laugen, löslich, aus der alkalischen Lösung durch Wasser zum Theil wieder ausgeschieden. In concentrirter Salpetersäure, Schwefelsäure und Salzsäure ebenfalls löslich.

Es ist eine Eigenthümlichkeit des Fibroins, dass es, aus seinen Lösungen gefällt, sich stets in Fasergestalt ausscheidet.

In schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak löst sich das Fibroin auf.

Mit Schwefelsäure gekocht liefert es neben Leucin viel Tyrosin (etwa 5 Proc.), am meisten von allen Albumniaten und Albuminoiden.

Vorkommen. Das Fibroin ist der wesentlichste Bestandtheil der Seide, und wurde ausserdem in den sogenannten Herbstfäden nachgewiesen. Als Bestandtheil höherer thierischer Organismen hat man es bisher noch nicht aufgefunden.

Spongin. Mit diesem Namen hat man die Substanz des Badeschwamms bezeichnet, die man früher für identisch mit Fibroin hielt. Gegen diese Identität spricht aber die jüngst von Städeler beobachtete Thatsache, dass der gereinigte Badeschwamm, mit Schwefelsäure zersetzt, neben Leucin kein Tyrosin, sondern Glycin liefert, wodurch es sich den unten zu besprechenden leimgebenden Geweben anschliesst. Spongin.

5) Substanz des elastischen Gewebes: Elastin.

Das durch Kochen mit Alkohol, Aether, Wasser, concentrirter Essigsäure und verdünnter Kalilauge, ferner durch successive Behandlung mit Wasser, nicht zu concentrirter Salzsäure, und dann abermals mit Wasser gereinigte elastische Gewebe besitzt folgende Eigenschaften:

Spröde, gelbliche, deutlich faserige Masse, quillt in Wasser auf und wird dadurch vollkommen elastisch, ebenso in verdünntem Ammoniakliquor und Essigsäure. Vollkommen unlöslich in Wasser, selbst bei mehrtägigem Kochen, ebenso in Alkohol, Aether und Essigsäure. In concentrirter Kalilauge mit bräunlicher Färbung löslich; die Lösung nach Neutralisation mit Schwefelsäure eingedampft, gelatinirt nicht, und wird durch Säuren, mit Ausnahme von Gerbsäure, nicht gefällt. Auf dem Platinbleche verbrennt es ohne Rückstand. Das gereinigte elastische Gewebe ist schwefelfrei.

Mit Schwefelsäure gekocht liefert es Leucin.

Das elastische Gewebe gab bei der Analyse folgende procentische Zusammensetzung:

	Tilanus		W. Müller			
Kohlenstoff	54,90	55,65	55,47	55,72	55,55	55,09
Wasserstoff	7,25	7,41	7,54	7,67	7,11	7,33
Stickstoff	17,52	17,74	16,09	15,71	16,52	16,43
Sauerstoff	20,33	19,20	20,90	20,70	20,82	21,15

(aus dem Nackenband dargestellt).

Vorkommen. Das Elastin ist die Grundsubstanz des sogenannten elastischen Gewebes, welches aber die neuere Histologie als kein eigenthümliches Gewebe, sondern als einen integrirenden Bestandtheil gewisser Bindegewebsformen auffasst. Die elastischen Fasern treten beim Menschen und den höheren Wirbelthieren vorwiegend in nachstehenden Gebilden auf: den hellen Zwischenwirbelbändern, gewissen Bändern des Kehlkopfs, der Luftröhren und Bronchien, einem Theil des Balkengewebes der Milz, den gefensterten Gefässhäuten, den Netzknorpeln, manchen Muskelscheiden, bei Thieren ausserdem im Nackenbande, den Krallenbändern der Katzen, einem Theil der Orbitalhaut der Pferde, der Schwimmblase einiger Fische u. a. m. Vorkommen.

Vergleicht man die Zusammensetzung der Grundsubstanz des elastischen Gewebes mit der der Albuminate, so fällt mit Ausnahme des hier fehlenden Schwefels die grosse Uebereinstimmung in die Augen. Jeden- Sonstige physiologische Beziehungen.

falls setzt daher der Uebergang der Albuminate in elastisches Gewebe eine sehr wenig eingreifende chemische Veränderung voraus. Wie aber dieser Uebergang erfolgt, und in welcher Form sich der Schwefel abspaltet, ist gänzlich unbekannt.

Ebenso wenig wissen wir über die Verwandlungen des elastischen Gewebes in Folge des Stoffwechsels. Seine physiologische Bedeutung ist im Allgemeinen die des Bindegewebes; dieses erscheint aber vor Allem als allgemeine Hüllen- und Kittsubstanz; wo es in compacteren Massen auftritt, setzt es auch wohl ganze Apparate zusammen (Sehnen, Bänder, Aponeurosen, Gefässhäute). Die dem Bindegewebe in neuerer Zeit zuerkannte Eigenschaft, insofern es geformt ist, ein grosses zusammenhängendes Höhlen- oder Röhrensystem, eine eigenthümliche Flüssigkeit enthaltend, zu bilden (Virchow, v. Wittich), kommt den elastischen Fasern, die nicht hohl, sondern solid zu sein scheinen, nicht zu.

6) Collagen und Glutin.

Collagen und Glutin.

Die als Grundsubstanz Collagen enthaltenden, d. h. leimgebenden Gewebe charakterisiren sich chemisch vor Allem dadurch, dass sie beim Kochen mit Wasser sich auflösen, indem sie sich dabei in sogenannten Knochenleim (Glutin) verwandeln. Die Auflösungen des Glutins verhalten sich wie folgt:

Alkohol schlägt aus wässerigen Lösungen das Glutin faserig-flockig nieder, dieser Niederschlag löst sich jedoch in Wasser wieder auf; — Säuren fällen Glutinlösungen nicht, mit Ausnahme der Gerbsäure, welche auch in sehr verdünnten Lösungen noch starke Fällung bewirkt; — Chlorwasser erzeugt einen weisslich-flockigen Niederschlag, ebenso bewirken Sublimat und Platinchlorid Niederschläge. — Nicht gefällt werden Glutinlösungen durch Alaun, Silber-, Quecksilber-, Kupfer- und Bleisalze, sowie durch Ferrocyan- und Ferridcyankalium.

Das Glutin ist in reinem Zustande eine amorphe, glasartig durchsichtige, schwachgelbliche, spröde, geruch- und geschmacklose Substanz, die in kaltem Wasser aufquillt, ohne sich eigentlich zu lösen, in kochendem löst es sich zu einer schleimigen Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einer Gallerte erstarrt. Auch bei sehr bedeutender Verdünnung bildet sich noch die Gallerte. In Alkohol und Aether ist das Glutin unlöslich.

An der Luft geht der Knochenleim leichter und rascher in Fäulniss über, als irgend eine andere thierische Substanz; beim Erhitzen bläht er sich auf, riecht nach verbranntem Horn, und hinterlässt eine phosphorsauren Kalk haltende Asche.

Mit oxydirenden Agentien behandelt, liefert er dieselben Zersetzungsproducte wie die Albuminate, mit Schwefelsäure und mit Alkalien liefert er Leucin und Glycin.

Vorkommen.

Vorkommen. Unter Collagen versteht man, wie bereits oben erwähnt wurde, die Grundsubstanz derjenigen Gewebe, welche beim Kochen mit Wasser sich in Leim und zwar in diejenige Modification desselben verwandeln, die wir Knochenleim oder Glutin nennen. Zu diesen Geweben zählen aber folgende: das Bindegewebe mit Ausschluss der elastischen Fasern, die knorplige Grundlage der Knochen und die verknöchernden Knorpel, die faserigen Zwischengelenksknorpel, ausserdem bei Thieren Hirschhorn, Hausenblase, Fischschuppen.

Ueber das Wie der Leimbildung aus diesen Geweben ist man noch keineswegs im Klaren. Nur Eines ist sicher, dass die elementare Zusammensetzung der leimgebenden gereinigten Gewebe von jener des Leimes, den sie beim Kochen liefern, nicht verschieden ist, wie sich aus nachfolgenden Zusammenstellungen ergiebt:

	Hausenblase	Leim daraus	Sehnen	Leim daraus	Knochenknorpel	Leim aus foss. Knochen
Kohlenstoff	50,5	50,7	50,9	50,2	50,4	50,4
Wasserstoff	6,9	6,6	7,2	6,7	7,1	7,1
Stickstoff	18,8	18,3	18,3	17,9	18,2	18,1
Sauerstoff / Schwefel	23,7	24,3	23,5	25,0	24,2	24,3

Der Schwefelgehalt des Glutins wurde 0,56 Proc. gefunden.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Diese Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Leims und der leimgebenden Gewebe hat zu zwei Ansichten geführt: nach einer derselben würde die Leimbildung trotz der gleichen Zusammensetzung auf einer chemisch-physikalischen Metamorphose des Gewebes beruhen, sei es nun, dass dieselbe in einem geänderten Verhältnisse der damit verbundenen Mineralstoffe, oder sei es, dass sie in molekularen Umlagerungen bestände; nach der anderen allerdings schwächer vertretenen Ansicht wäre das Glutin in den glutingebenden Geweben bereits fertig gebildet, aber in eigenthümlicher, durch die Organisation bedingter Aggregatform und vielleicht in verdichteter Form enthalten.

Welche dieser beiden Ansichten und ob überhaupt eine derselben die richtige ist, muss vorläufig unentschieden bleiben.

Es ist übrigens vor Allem bemerkenswerth, dass man in neuerer Zeit einen Körper von allen Eigenschaften des Glutins im *leukämischen* Blute nachgewiesen hat (*Scherer*), so dass die Möglichkeit des Vorkommens von fertig gebildetem Leim im Organismus nicht mehr bezweifelt werden kann.

Ueber die *Verwandlungen* der leimgebenden Gewebe im lebenden Organismus weiss man ebenso wenig Positives, wie über ihre *Abstammung*. Vergleicht man die Zusammensetzung der Albuminate mit jener der leimgebenden Gewebe, so ergiebt sich für letztere zwar ein niedrigerer Kohlenstoffgehalt, aber ein höherer Stickstoffgehalt. Betrachtet man es als eines besonderen Beweises nicht bedürfend, dass die leimgebenden Gewebe aus den Albuminaten entstehen, so muss sich dabei Kohlenstoff von letzteren in irgend einer Atomgruppe abspalten.

Die *physiologische Bedeutung* des Collagens ist natürlich die der leimgebenden Gewebe selbst, und die Erörterung derselben fällt daher, insofern es sich hier um keine chemischen Verhältnisse handelt, der Physiologie anheim.

7) Chondrigen und Chondrin.

Chondrigen und Chondrin.

Gewisse leimgebende Gewebe geben beim Kochen mit Wasser einen Leim, der sich in einigen Reactionen von dem Glutin oder Knochenleim nicht unwesentlich unterscheidet; man hat diesen Leim Chondrin oder Knorpelleim, und die Grundsubstanz der Gewebe, welche ihn liefern Chondrigen genannt.

In Bezug auf die organoleptischen und physikalischen Charaktere, sowie auf die Eigenschaft, beim Erkalten der concentrirten warmen Lösung zu gelatiniren, unterscheidet sich das Chondrin vom Glutin wenig oder nicht, wohl aber durch das Verhalten seiner wässerigen Lösung gegen Reagentien:

Essigsäure erzeugt starken im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure bewirken ebenfalls Fällungen, die aber im geringsten Ueberschuss der Säuren löslich sind. Ebenso bewirken Alaun, Blei-, Eisen-, Silber-, Kupfer- und Quecksilberoxydulsalze starke Fällungen, Quecksilberchlorid dagegen nur Trübung.

Beim Kochen mit Schwefelsäure soll das Chondrin nur Leucin, aber kein Glycin geben (Hoppe).

Beim Kochen mit Salzsäure liefert es unter anderen Zersetzungsproducten Traubenzucker (Bödeker).

Vorkommen.

Vorkommen. Zu den beim Kochen Chondrin gebenden Geweben zählen die permanenten Knorpel, die Knochenknorpel vor der Ossification und gewisse pathologisch veränderte Knochen (Enchondroma). So wie beim Glutin fragt es sich auch beim Chondrin, ob dasselbe erst aus dem Chondrigen durch das Kochen mit Wasser entsteht, oder ob es in den Geweben bereits fertig gebildet, aber organisirt enthalten ist. Auch die Zusammensetzung des Chondrins ist von jener der Chondrin liefernden Gewebe nicht verschieden, wie folgende Zusammenstellungen deutlich machen:

	Rippenknorpel	Cornea	Chondrin
Kohlenstoff	50,9	49,5	49,9
Wasserstoff	6,9	7,1	6,6
Stickstoff	14,9	14,4	14,5
Sauerstoff und Schwefel	27,2	28,9	29,0.

Der Schwefelgehalt des Chondrins beträgt nach den angestellten Beobachtungen etwa 0,4 Procent.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Chondrins mit der des Glutins, so ergiebt sich für ersteres durchschnittlich ein etwas niederer Kohlenstoff- und ein um etwa 3 Procent höherer Stickstoffgehalt.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Von der Abstammung des Chondrins und seinen Verwandlungen im Organismus wissen wir ebenso wenig Positives, wie vom Collagen und Glutin. Dass alle diese Stoffe sich aus Albuminaten bilden und ähnliche Verwandlungen erleiden, ist mehr wie wahrscheinlich, allein wir erschliessen dies auf dem Wege der Induction und nicht aus directen Thatsachen. Die Versuche, Albuminate in Chondrin oder Glutin und letztere beide Stoffe in einander zu verwandeln, haben entweder ein negatives Resultat gegeben oder es war ihr Erfolg kein entscheidender. So hat man angegeben, dass Albumin durch Kochen mit Salzsäure bei Aus-

schluss der Luft sich in eine mit Chondrin in allen Eigenschaften übereinstimmende Substanz verwandle (Rochleder), allein die Elementaranalyse dieser Substanz ergab im Mittel an 2 Proc. mehr Kohlenstoff, und um ebenso viel mehr Stickstoff, ja nahezu um 1 Proc. mehr Wasserstoff. Nach diesen Zahlenergebnissen die fragliche Substanz für Chondrin zu erklären, ist bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr gerechtfertigt. Noch zweifelhafter erscheint eine andere Beobachtung (Schultze), die, dass durch Kochen von chondrigenen Knorpeln mit Kali das Chondrigen in Collagen übergehe, und durch Kochen mit Wasser daraus Glutin erzeugt werde.

Die physiologische Bedeutung des Chondrigens ist die der betreffenden Gewebe.

8) Ichthin, Ichthidin, Ichthulin, Emydin.

Unter diesen Namen wurden von Valenciennes und Frémy mehrere den Albuminaten jedenfalls sehr nahe stehende Stoffe in den Eiern verschiedener Thiere beschrieben, deren Studium aber immerhin noch ein sehr unvollständiges ist, so dass das unten darüber Folgende mehr als ein Fingerzeig für weitere Untersuchungen, denn als definitives Resultat zu betrachten ist.

Ichthin. In 100 Theilen: Kohlenstoff 51,0, Wasserstoff 6,7, Stickstoff 15,0, Phosphor (?) 1,9, Sauerstoff 25,4. — Die Substanz der Dotterplättchen der Eier der Knorpelfische, und wahrscheinlich auch der Batrachier. Diese Dotterplättchen, weiss und vollkommen transparent, sind von verschiedener, aber für jede Species constanter Gestalt: rectanguläre Täfelchen mit abgerundeten Kanten und abgestumpften Ecken bei Raja clavata L., — elliptisch oder kreisrund bei Torpedo marmorata, — sehr lang gestreckt oval, mitunter hexagonal bei Squalus galeus, — quadratisch, gewöhnlich mit abgestumpften Ecken bei Rana esculenta. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,008 bis 0,06mm, und nach den Untersuchungen von L. Radlkofer erscheinen sie doppelt brechend und stellen wirkliche Krystalle dar. Ichthin.

Chemisch sind sie durch folgendes Verhalten charakterisirt: unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, löslich in Salzsäure ohne violette Färbung, löslich in den übrigen Mineralsäuren und in Essigsäure, löslich in kaustischem Kali und Natron, aber wie es scheint unlöslich in Ammoniak.

Ichthidin. Die Dotterplättchen unreifer Eier von Knochenfischen: rectanguläre oder nahezu quadratische platte Täfelchen, vollkommen durchsichtig und doppelt brechend. Ichthidin.

Das Ichthidin ist in Wasser löslich, seine wässerige Lösung gerinnt durch Alkohol und Aether sowie durch Kochen. Concentrirte Salzsäure löst es, aber ohne violette Färbung, Salpetersäure färbt die Plättchen gelb, das Millon'sche Reagens färbt sie roth, Ammoniak bewirkt Lösung, nicht aber concentrirte Kalilauge, Schwefelsäure und Essigsäure. Jodlösung färbt sie gelb, und löst sie wahrscheinlich auf. Die Ichthidinplättchen lassen sich umkrystallisiren (L. Radlkofer).

Ichthulin. In 100 Theilen: Kohlenstoff 52,5, Wasserstoff 8,0, Stickstoff 15,2, Schwefel 1,0, Phosphor 0,6, Sauerstoff 22,7. — Ein dem Ichthin sehr ähnlicher von Valenciennes und Frémy in Fischeiern und insbesondere den Salmeneiern Ichthulin.

aufgefundener Stoff. Löslich in Wasser, die anfangs klare Lösung trübt sich aber bald unter Bildung eines syrupösen, fadenziehenden, in Wasser unlöslichen Absatzes, namentlich bei Zusatz einer grösseren Wassermenge. Durch Behandlung mit Alkohol und Aether verliert das Ichthulin seine Viscosität und wird pulverisirbar.

Sind die Eier der Karpfen einmal vollständig ausgebildet, so findet sich darin weder Ichthin noch Ichthulin mehr, sondern Albumin, welches ein phosphorhaltiges Fett in Suspension hält.

Emydin.

Emydin. In 100 Theilen: Kohlenstoff 49,4, Wasserstoff 7,4, Stickstoff 15,6, Sauerstoff und Phosphor 27,6. — Mit diesem Namen bezeichnen Valenciennes und Frémy in den Eiern der Schildkröten vorkommende rundliche theilweise abgeplattete Körner, die nicht selten krystallartige Einschlüsse enthalten, deren chemisches Verhalten sie als eiweissartige Körper und mit den Körnern selbst identisch erscheinen lässt. Diese Einschlüsse sind bald langgezogen sechseckig, bald quadratisch oder rectangulär, bald rhombisch oder rhomboidisch, bald unregelmässig eckig oder oval; sie brechen das Licht doppelt, und sind nach L. Radlkofer als wirkliche Krystalle zu betrachten. Das Emydin unterscheidet sich vom Ichthin dadurch, dass es sich in verdünnter Kalilauge sogleich löst, in Essigsäure aber, ohne sich zu lösen, aufquillt. In kochender Salzsäure löst sich das Emydin ohne violette Färbung, und hinterlässt beim Verbrennen eine kalkhaltige Asche.

Bedeutung dieser wenig studirten Substanzen.

Wir müssen wiederholt darauf aufmerksam machen, dass Valenciennes's und Frémy's Angaben alle ausserordentlich lückenhaft und weit davon entfernt sind, solches Vertrauen beanspruchen zu können, dass man darauf irgend welche positive Schlüsse bauen dürfte. Namentlich fehlt alle und jede Garantie, dass die unter obigen Namen von Valenciennes und Frémy beschriebenen Körper chemische Individuen, ja es ist vielmehr sehr wahrscheinlich, dass es Gemenge sind. Es muss jedenfalls weiteren Forschungen vorbehalten bleiben, über diese Körper mehr Licht vom rein chemischen Standpunkte aus zu verbreiten, und namentlich auch zu ermitteln, in welcher Form der Phosphor darin enthalten ist. Ein besonderes Interesse haben diese Stoffe in jüngster Zeit dadurch gewonnen, dass L. Radlkofer selbe in Folge eingehender Untersuchungen als wirklich krystallisirbar angesprochen hat, und dadurch einen weiteren Beweis für die Möglichkeit der Krystallisation eiweissartiger Körper beigebracht zu haben glaubt, wobei er sich ausserdem auf die von ihm gemachte Beobachtung krystallisirter eiweissartiger Substanzen in den Zellkernen von *Lathraea Squamaria* und anderer Pflanzen (Phytokrystallin) stützt. Doch darf nicht verschwiegen werden, dass sich Radlkofer bezüglich der Annahme wirklicher Krystallnatur des Ichthins mit de Sénarmont im Widerspruch befindet und sich die Annahme Radlkofer's, dass die fraglichen Gebilde eiweissartiger Natur seien, nur auf mikrochemische Reactionen unter dem Mikroskop gründet.

Literatur: Valenciennes et Frémy: Compt. rend. XXXVIII, p. 469, 525, 570. Auch in: Journ. de Pharm. et de Chim. 3 Sér. XXV, 321, 415. XXVI, 5. — L. Radlkofer: Ueber Krystalle proteinartiger Körper pflanzl. u. thierisch. Ursprungs. Leipzig 1859.

9) Peptone, Parapeptone und Metapeptone.

Mit diesen Namen bezeichnet man die Umwandlungsproducte der Albuminate bei der Magenverdauung. Peptone u. Parapeptone.

Die Peptone sind weisse, amorphe, geruchlose Körper, löslich in Wasser und unlöslich in Alkohol; ihre wässerigen Lösungen röthen Lackmus, und sie verhalten sich überhaupt wie schwache Säuren, indem sie sich leicht mit Salzbasen zu meist in Wasser löslichen Salzen vereinigen. Ihre Lösungen sind in der Hitze nicht coagulirbar, und werden auch durch Säuren nicht gefällt, wohl aber durch Quecksilberchlorid, mit Ammoniak versetztes essigsaures Bleioxyd und durch Gerbsäure. Alle anderen Metallsalze erzeugen keine Niederschläge. Blutlaugensalz erzeugt in der mit Essigsäure angesäuerten Lösung nur eine Trübung. Das Millon'sche Reagens ist ohne Einwirkung.

Die Zusammensetzung der Peptone ist noch nicht festgestellt, doch ist so viel ermittelt, dass sie schwefelhaltig und keineswegs alle identisch sind, indem sie, aus den verschiedenen Albuminaten dargestellt, einige Unterschiede in ihrem Verhalten zeigen.

Die Parapeptone entstehen neben den Peptonen bei der Einwirkung von Magensaft auf Albuminate, und werden von letzteren dadurch getrennt und unterschieden, dass sie aus den mit Salzsäure angesäuerten Lösungen durch einen geringen Zusatz von Alkali (so, dass die Lösungen noch sauer bleiben) präcipitirt werden, während dabei die Peptone in Lösung bleiben.

Die Parapeptone sind an und für sich in Wasser unlöslich, gehen aber mit Säuren, Alkalien und alkalischen Erden leicht lösliche Verbindungen ein; aus diesen Lösungen werden sie nicht durch Alkohol, wohl aber durch ein Gemisch von Alkohol und Aether in weissen Flocken gefällt. Die opalisirenden sauren Lösungen werden durch Zusatz von mehr Säure stark getrübt, im Ueberschuss der Säure aber wieder klarer. Auch Alkalisalze bewirken Trübungen. Gegen das Millon'sche Reagens verhalten sie sich wie die Albuminate, ebenso werden die Parapeptone aus essigsaurer Lösung durch Blutlaugensalz vollständig gefällt. Daraus, sowie aus ihrem Verhalten gegen Metallsalze, durch welche sie meist gefällt werden, geht hervor, dass sie in ihrem chemischen Charakter den Albuminaten näher stehen, wie die Peptone. Doch gelingt es nach den Versuchen von Meissner, der die Parapeptone zuerst als von den Peptonen Lehmann's verschiedene Substanzen erkannt hat, nicht durch Magensaft Parapeptone in Peptone umzuwandeln, wohl aber soll dieses nach demselben Physiologen durch pankreatischen Saft geschehen.

Metapeptone nennt Meissner durch die Verdauung von Albuminaten (namentlich Casein) entstehende Materien, welche in reinem Wasser schwerer löslich sind wie die Peptone, und beim Ansäuern der Lösung bis zu einem Gehalt von 0,1 Proc. der Säure flockig ausfallen, sich aber im Ueberschuss der verdünnten Säure leicht wieder lösen, aber durch concentrirte Mineralsäuren bei vorsichtigem Zusatz ebenfalls gefällt werden.

Es ist bemerkenswerth, dass activer Sauerstoff (Ozon) Albuminate in Substanzen verwandelt, die mit den Peptonen in beinahe allen Punkten übereinstimmen. Bedeutung dieser Körper.

So lange wir die Zusammensetzung der Peptone und Parapeptone nicht kennen, muss eine Hauptfrage, nämlich die, durch welchen chemischen Vorgang sie unter der Einwirkung des Magensaftes aus den Albu-

minaten entstehen, unerledigt bleiben. Diese mangelhafte Kenntniss dieser Körper hindert uns überhaupt an allen weiter greifenden Erörterungen, allein aus dem, was wir darüber wissen, ergiebt sich doch schon eine hohe Bedeutung der Parapeptone und Peptone für die Theorie der Verdauung, und es erscheint jedenfalls bemerkenswerth, dass bei der Verdauung die Albuminate allmählich alle Bedingungen der Fällbarkeit unter den im Organismus gegebenen Bedingungen verlieren.

Literatur: Lehmann: Handb. der phys. Chemie. 188. 2te Aufl. — Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. VII, 1—26; VIII, 280.

10) Ptyalin und Pepsin.

Sind zwei noch keineswegs genügend gekannte Stoffe, die zu den Albuminaten jedenfalls in Beziehung stehen. So wie man sie bisher erhalten hat, sind es jedenfalls Gemenge.

Unter dem Namen Ptyalin hat man in der Physiologie vorzugsweise jenen Bestandtheil des Speichels verstanden, der die Fähigkeit dieses letztgenannten Secretes, Stärke in Zucker zu verwandeln, bedingt. Allein dieser Stoff ist noch nicht isolirt, und die nach verschiedenen Methoden dargestellten sich sehr verschieden verhaltenden Stoffe, die man alle Ptyalin genannt hat, besitzen diese Eigenschaft, Stärke in Zucker zu verwandeln, durchaus nicht. Wir werden weiter unten beim Speichel auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Das Pepsin dagegen ist wirklich derjenige organische Bestandtheil des Magensaftes, welchem letzterer seine verdauende Kraft und vor Allem die Fähigkeit verdankt, Albuminate aufzulösen, und in nicht coagulirbare Peptone und Parapeptone zu verwandeln.

Von dieser weiter unten beim Magensafte näher zu erörternden Eigenschaft abgesehen, charakterisirt sich das Pepsin nur sehr wenig. Seine Lösungen gerinnen nicht durch Hitze, verlieren aber dadurch ihr Verdauungsvermögen. Durch Quecksilberchlorid, Bleisalze, Gerbsäure und Alkokol werden sie gefällt.

C. Fette, Seifen und freie Fettsäuren.

A. Fette.

Allgemeiner Charakter.

Allgemeiner Charakter: Die Fette sind fest (Talgarten), halbfest und salbenartig (Butter- und Schmalzarten), oder flüssig (Oele). Alle festen sind sehr leicht schmelzbar, und werden schon unter 100° C. zu Oelen, d. h. flüssig. Im flüssigen Zustande durchdringen die Fette Papiere und Zeuge und machen dieselben durchscheinend (Fettflecken). In ganz reinem und frischem Zustande sind die Fette geruch- und geschmacklos. In Folge ihres Ranzigwerdens sind sie aber meist gelb gefärbt und haben dann eigenthümlichen Geruch und Geschmack. Alle Fette sind leichter wie Wasser und darin vollkommen unlöslich. Hält das Wasser Stoffe aufgelöst, die, wie Albumin, Casein u. s. w., den Lösungen eine schleimige Beschaffenheit

und eine grössere Dichtigkeit ertheilen, so bleiben darin enthaltene Fette in Gestalt mikroskopischer Tröpfchen (Fetttröpfchen, Fettkugeln) suspendirt, und die Flüssigkeiten erscheinen dann milchig, trübe. Einige Fette sind in Alkohol, alle aber in Aether löslich. Sie sind nichtflüchtig, fangen bei 300° C. unter Zersetzung zu kochen an, und geben bei der trockenen Destillation neben anderen Producten Acroleïn. Sie sind alle brennbar. Ihrer chemischen Constitution nach sind die Fette Glyceride, d. h. zusammengesetzte Aether des dreiatomigen Alkohols Glycerin und der eigentlichen Fettsäuren. Alle natürlich vorkommenden Fette sind Gemenge von Glyceriden mehrerer fetten Säuren, vor Allem der Stearinsäure, Palmitinsäure und der Oelsäure.

Bei der Behandlung mit Alkalien werden sie verseift, d. h. die Alkalien verbinden sich mit den fetten Säuren zu Salzen: Seifen, und es wird unter Wasseraufnahme gebildetes Glycerin abgeschieden. Der Vorgang ist demnach analog der Umsetzung des Essigsäure-Aethyläthers, z. B. durch Kali in essigsaures Kali und Alkohol. Vergl. Bd. II, 405 u. 415.

An der Luft erleiden die Fette allmählich eine Veränderung, die man Ranzigwerden nennt. Der Vorgang des Ranzigwerdens ist noch nicht genügend aufgeklärt, man weiss nur, dass dabei einerseits die Fettsäuren in Freiheit gesetzt werden, während anderseits Glycerin auftritt, welches aber selbst, sowie auch die Fettsäuren, weiter zersetzt wird. Letztere verwandeln sich dabei in die flüchtigen Säuren der Reihe $C_nH_nO_4$. Daraus geht hervor, dass dabei der Sauerstoff eine Rolle spielt, es ist aber nicht entschieden, ob die Beschleunigung des Ranzigwerdens der Fette, welche Albuminate, Schleim und ähnliche Stoffe hervorrufen, auf eine sauerstoffübertragende Thätigkeit dieser Stoffe, oder auf eigentliche Fermentwirkung zurückzuführen ist.

Von Ozon werden die Fette an und für sich nicht angegriffen, bei Gegenwart von Alkalien aber werden sie durch dieses Agens rasch verseift, wobei das Glycerin in Propionsäure und Ameisensäure verwandelt wird. Auch Acroleïn und Acrylsäure scheinen vorübergehend dabei aufzutreten (Gorup-Besanez).

Eine physiologisch sehr wichtige Veränderung erleiden die Fette durch einen im Safte der Bauchspeicheldrüse enthaltenen Fermentkörper: das Pancreatin (s. oben S. 135). Dieses Albuminat hat nämlich die Eigenschaft, die Fette in freie Fettsäuren und Glycerin zu zerlegen (Cl. Bernard). Die im Thierkörper mit Bestimmtheit nachgewiesenen Glyceride sind folgende:

Tristearin (Tristearinsäure-Glycerid) $$\left.\begin{matrix}(C_{36}H_{35}O_2)_3\\ C_6H_5\end{matrix}\right\}O_6.$$

Bestandtheil aller thierischen Fette, vorwiegend aber in den festen talgartigen Tristearin.
Fetten (Hammelstalg, Rindstalg). Die Menge des Stearins in den Fetten steht im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer leichten Schmelzbarkeit.

Tripalmitin (Tripalmitinsäure-Glycerid) $$\left.\begin{matrix}(C_{32}H_{31}O_2)_3\\ C_6H_5\end{matrix}\right\}O_6.$$

Ebenfalls Bestandtheil aller thierischen Fette, vorwiegend in den Fetten mittlerer Tripalmitin.
Consistenz, wie im Schweine-, Menschen- und Butterfett, enthalten.

Triolein (Trioleinsäure-Glycerid) $$\left.\begin{matrix}(C_{36}H_{33}O_2)_3\\ C_6H_5\end{matrix}\right\}O_6.$$

In allen thierischen Fetten, vorwiegend aber in den flüssigen enthalten, demnach Triolein.
in den in den verschiedenen thierischen Säften suspendirten Fettkügelchen, in den Nerven, im Gehirn und zahlreichen pathologischen Neubildungen.

Serolin.

Das unter dem Namen Serolin beschriebene und hauptsächlich im Blutserum vorkommende krystallisirbare Fett ist ein Gemenge.

Weitere im Thierkörper vorkommende Glyceride, die aber zum Theil noch nicht in exacter Weise nachgewiesen sind, wären:

Trimyristinsäure-, Tricapronsäure-, Tricaprinsäure-, Tricaprylsäure- und Tributtersäure-Glycerid (Myristin, Capronin, Caprinin, Caprylin, Butyrin).

Vorkommen.

Vorkommen. Fette finden sich in allen Geweben und Organen und in allen Flüssigkeiten des Thierkörpers, vielleicht mit alleiniger Ausnahme des normalen Harns, doch dürfte selbst dieser Fett wenigstens spurenweise enthalten. An einzelnen Stellen des Körpers sind die Fette in grösserer Menge angehäuft, und ebenso sind auch gewisse Flüssigkeiten durch Fettreichthum ausgezeichnet.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Die Gesammtmenge des Fettes im menschlichen Körper unter normalen Verhältnissen schlug Burdach für ein Gewicht von 80 Kilogr. auf 4 Kilogr. an, demnach auf etwa 5 Proc. Moleschott dagegen berechnet die Menge des Fettes für einen 30jährigen Mann von einem Körpergewicht von 63,65 Kilogr. (durchschnittliches Gewicht nach Quetelet) zu 1566 Grammes, demnach zu 2,5 Proc. des ganzen Körpergewichts. Die Vertheilung des Fettes in den verschiedenen thierischen Flüssigkeiten und Geweben macht nachstehende Tabelle übersichtlich, in der natürlich die Zahlen, wie in allen ähnlichen Fällen, nur ungefähre Werthe repräsentiren:

	Fett	
Schweiss	0,001	Procent
Glaskörper des Auges	0,002	"
Speichel	0,02	"
Lymphe	0,05	"
Synovia	0,06	"
Fruchtwasser	0,06	"
Chylus	0,2	"
Schleim	0,3	"
Blut	0,4	"
Knorpel	1,3	"
Knochen	1,4	"
Galle (des Menschen)	1,4	"
Krystalllinse	2,0	"
Leber (des Menschen)	2,4	"
Muskeln (des Menschen)	3,3	"
Haare	4,2	"
Milch	4,3	"
Hirnrinde	5,5	"
Gehirn als Ganzes	8,0	"
Hühnerei	11,6	"
Hirnmark	20,0	"

	Fett
Nerven	22,1 Procent
Rückenmark	23,6 "
Fettgewebe	82,7 "
Knochenmark	96,0 "

Besonders massenhaft treten die Fette als Zelleninhalt im Fettgewebe, unter der Haut, in der Augenhöhle, um das Herz, in den Nieren und um dieselben auf.

Zustände im Organismus.

Zustände des Fettes im Organismus. In eigene Zellen eingeschlossen findet sich das Fett in dem Fettgewebe der Histologen: grossen rundlichen 0,0149 bis 0,04''' messenden Zellen mit Kernen von 0,003 bis 0,004''', deren dünne Hülle einen einzigen Fetttropfen dicht zu umschliessen pflegt. Die Fettzellen liegen meistens in grösseren Gruppen beisammen, und kommen in bindegewebigen Theilen von losem Gefüge, dem sogenannten formlosen Bindegewebe, vor. Der Inhalt dieser Fettzellen besteht aus Gemengen flüssiger und fester Glyceride, welcher bei der Temperatur des lebenden Körpers stets flüssig und ölartig erscheint. Das Sinken der Körperwärme nach dem Tode macht jedoch bei warmblutigen Wirbelthieren einen an festen Fetten überwiegend reichen Zelleninhalt nicht selten erstarren. Die Fettzellen verlieren dadurch ihre runden, prallen, zierlichen Gestalten, und werden rauh und höckerig. Zuweilen findet sich ein Theil der Fette des Zelleninhalts dicht an der Oberfläche der Zelle krystallinisch abgeschieden, meist in feinen, sternförmig gruppirten Nadeln, unter Umständen ist wohl auch der ganze Zelleninhalt krystallinisch erstarrt. Alkohol und Aether zieht den Inhalt aus der unverletzten Hülle vollständig aus. In schlecht genährten, abgemagerten Leichen, ebenso auch in wassersüchtigen findet man Fettzellen, die nur zum Theil mit Fett, zum anderen Theile aber mit einer serösen Flüssigkeit erfüllt sind. Das Verhalten der Zellenmembran lässt sie der Substanz des elastischen Gewebes verwandt erscheinen.

Das Fettgewebe findet sich zunächst im subcutanen Bindegewebe, dem sogenannten Panniculus adiposus, jedoch nach den einzelnen Körperstellen in wechselnder Menge. Besonders reichlich tritt es auf in der Augenhöhle, unter der Haut der Fusssohle, am Gesässe, in den weiblichen Brüsten, zwischen den Muskelbündeln des Herzens, in den gewisse Sehnen umhüllenden und zuweilen in die Gelenke hereinragenden Fettsäckchen (Havers'sche Drüsen), zwischen den Blättern des grossen Netzes und in der Umgebung der Nieren. Die Massenhaftigkeit dieser Fettzellenanhäufungen ist jedoch bedeutenden Schwankungen unterworfen. So ist sie bei Frauen und Kindern durchschnittlich bedeutender, als bei Männern, in den mittleren Jahren bedeutender, wie im Greisenalter. Anhaltendes Hungern, Ernährungsstörungen in Folge von Krankheiten haben rasches Schwinden des Fettes zur Folge, welches aber ebenso rasch nach Aufhebung der sein Verschwinden bedingenden Ursache wieder

erscheint. Der Umstand, dass man in sehr abgemagerten Leichen den fettigen Inhalt zwar verschwunden, die Zelle dagegen conservirt findet, spricht dafür, die letztere als ein bleibenderes Gebilde aufzufassen, worauf auch die embryonalen Zustände des Gewebes deuten.

Bei höheren Graden der Fettleibigkeit, bei gemästeten Thieren finden sich Fettzellen auch an Stellen, wo sie sonst nicht vorkommen, so z. B. in dem weichen Bindegewebe zwischen den gestreiften Muskeln. Aehnliches beobachtet man auch wohl in längere Zeit nicht gebrauchten Muskelparthieen. Zuweilen wird auch wohl fettreiches Zellgewebe neu gebildet, wie in den Fettgeschwulsten oder Lipomen. Wie bereits weiter oben S. 155 erwähnt wurde, besteht das Fett des Thierkörpers vorzugsweise aus Tristearin, Tripalmitin und Triolein. Letzteres, bekanntlich ein flüssiges Glycerid, hält die beiden anderen an und für sich festen in Lösung. Von dem Vorwiegen des ersteren oder der letzteren ist aber auch die Consistenz des Fettes, und das leichtere oder schwierigere Erstarren desselben nach dem Tode abhängig. Das Fettgewebe der Menschen, der fleischfressenden Thiere und der Dickhäuter enthält vorwiegend Palmitin, und erscheint nach dem Erstarren von salbenartiger Consistenz, während es bei Wiederkäuern und Nagethieren mehr Stearin enthält, und daher nach dem Erstarren die Consistenz zeigt die man talgartig nennt. Das Fettgewebe der Fische und Cetaceen enthält aber ein überwiegend Olein enthaltendes Fett, was bei ihrem Aufenthalte im Wasser nöthig erscheint. Auch in der Milch ist das Fett in eigene Hüllen eingeschlossen und zwar in Gestalt der Milchkügelchen, die aus einer caseinartigen ausserordentlich zarten Hülle, und aus einem Fettinhalte bestehen; Aehnliches gilt, wenigstens zum Theil, vom Eidotter und von der Leber und Milz, in deren eigenthümlichen Zellen ebenfalls Fett eingeschlossen ist. In Gestalt freier Fetttropfen suspendirt ist ein Theil des Fettes in der Lymphe, im Chylus und im Blute, in welch letzterem freies suspendirtes Fett in grösserer Menge, namentlich kurz nach dem Genusse fettreicher Nahrung, zu beobachten ist.

Nach Gewebsentzündungen der Leber und der Milz häuft sich endlich Fett, theils ausserhalb der Zellen dieser Organe, theils innerhalb derselben oft in sehr grossen Mengen an, und giebt zur fettigen Degeneration dieser Organe Veranlassung.

Nach Allem, was wir über die Eigenschaften der Fette, worunter wir ausschliesslich die sogenannten Neutralfette verstehen, und über die Zustände derselben im Thierkörper angeführt haben, bedarf es wohl kaum einer besonderen Betonung, dass das thierische Fett, so lange es wirklich Fett und nicht in eine Seife verwandelt ist, nur zum geringsten Theile gelöst vorkommen kann, da ja Fette in Wasser und wässerigen Flüssigkeiten nicht löslich sind. Entweder ist es in kleinen Tröpfchen suspendirt oder es ist in Zellen eingeschlossen. Ein kleiner Theil desselben kann durch die vorhandenen Seifen gelöst sein.

Abstammung. Die Fette werden dem Thierkörper zum grossen Theile schon fertig gebildet durch die Nahrung zugeführt; dass aber ein Theil derselben im Thierkörper selbst erst durch einen Reductionsprocess aus den Kohlehydraten erzeugt werden kann, und auch eine Bildung von Fetten aus Albuminaten an und für sich nicht unwahrscheinlich ist, haben wir bereits im ersten Abschnitte S. 41 ausgeführt. Indem wir auf diese Erörterungen hiermit verweisen, wollen wir hier nur einige specielle Punkte dieser Fragen berühren. Vor Allem müssen wir betonen, dass mit der Erledigung der Hauptfrage auf statistischem Wege: mit dem Nachweise, dass unter gewissen Bedingungen die Fettzunahme des Thierkörpers durch das mit der Nahrung zugeführte Fett nicht gedeckt wird, sich von selbst weitere Fragen ergeben mussten, nämlich, aus welchen Materien wird in solchen Fällen das Fett im Thierkörper erzeugt, was ist der dabei stattfindende Vorgang, und wo geschieht diese Umwandlung. Alle diese Fragen aber harren noch ihrer definitiven Lösung, und es sind nur durch Induction erschlossene Wahrscheinlichkeitsgründe, die für die am meisten vertretenen Ansichten sprechen, keineswegs aber directe experimentelle Beweise. Namentlich ist die Bildung der Fette aus Kohlehydraten wohl als theoretisch möglich dargethan und selbst durch Versuche auf indirectem Wege wahrscheinlich gemacht, allein weder ist ein streng wissenschaftlicher Beweis für den Uebergang von Kohlehydraten in Fett im Organismus geliefert, noch ist es bisher gelungen, Kohlehydrate ausserhalb des Organismus künstlich in Fett überzuführen. Die nun auch von den Gegnern zugestandene Thatsache, dass die Bienen in ihrem Leibe aus Zucker Wachs zu erzeugen vermögen, ist ebensowenig strict beweisend, wie die neuerdings von Pasteur ermittelte Thatsache, dass bei der geistigen Gährung des Rohrzuckers neben Weingeist und Kohlensäure stets auch Bernsteinsäure und Glycerin aus dem Zucker gebildet werden. Diese wichtigen Beobachtungen begründen wohl eine Wahrscheinlichkeit, aber schon aus dem einfachen Grunde nicht mehr, weil weder Wachs noch Glycerin Fett ist. Dasselbe gilt von den Gründen für die Bildung des Fettes aus Albuminaten.

Für eine mögliche Bildung von Fett aus Albuminaten sprechen:

1) Die Bildung von Fettwachs (Adipocire) in Leichen, welches nach den Untersuchungen von Wetherill hauptsächlich Palmitinsäure enthält und zu 94 bis 97 Proc. aus festen fetten Säuren überhaupt besteht. Indem dieses Leichenwachs in den Leichen die Stelle aller früheren Weichtheile einnimmt, und nicht selten auch noch die Form der früheren Gewebstheile zeigt, wird es mindestens wahrscheinlich, dass es seinen Ursprung einer Umwandlung der früheren Gewebe, namentlich der Muskeln, verdankt, und sich sonach Albuminate wirklich in Fett verwandeln können (Quain, Virchow); doch ist auch die Ansicht, dass das Leichenwachs nur rückständiges und verändertes Fett sei, nicht ohne Vertretung (Wetherill).

2) Die fettige Degeneration ganzer Organe, wobei eine Zufuhr des Fettes von aussen unwahrscheinlich ist. Strict beweist aber diese Degeneration doch wohl nur gesteigerte Fettbildung und Schwinden des ursprünglichen Gewebes, nicht aber eine Umwandlung des letzteren in Fett.

3) Die Degeneration lange Zeit unthätiger oder gelähmter Muskeln, wodurch dieselben reicher an Fett und ärmer an Muskelfibrillen werden. Die Beweiskraft dieses Factums ist nicht schlagender wie die des obigen.

4) Versuche an Thieren angestellt, denen zufolge in die Bauchhöhle lebender Thiere gebrachte Albuminate nach längerer Zeit daselbst eingeschrumpft und in Fett verwandelt gefunden wurden (R. Wagner, Husson, Schrader u. A.). Allein später hat man gefunden, dass wenn die Albuminate (Eiweiss, Krystalllinsen u. dergl.) in vollkommen schliessende Collodium- oder Kautschukkapseln eingeschlossen wurden, sie unverändert blieben, und dass auch Stücke Holz, Hollundermark u. dgl., wenn man sie frei in die Bauchhöhle brachte, von Fettkapseln allmählich umgeben wurden, und sich Fett auch in die Zellen und Intercellularräume abgelagert hatte (Burdach). Demnach können auch diese Versuche die Frage nicht definitiv entscheiden.

5) Die absolute Vermehrung des Fettgehaltes des Herzens bei fettiger Degeneration desselben neben bedeutender allgemeiner Abmagerung (Böttcher). Gegen den unbedingten Werth dieser Beobachtung können dieselben Einwände erhoben werden, wie bei der fettigen Degeneration überhaupt.

6) Einige von F. W. Burdach angestellte statistische Versuche, die ergaben, dass der Fettgehalt der Eier von Limnaeus stagnalis während ihrer Entwickelung zu-, der Gehalt an Albuminaten dagegen abnimmt. Leider wurden nur zwei Versuche angestellt, wodurch die Beweiskraft derselben sehr geschwächt wird. Es dürften aber auf diesem Wege noch die sichersten Anhaltspunkte gewonnen werden.

Ueber das Wie und Wo der Bildung des Fettes im Organismus weiss man noch weniger, und es ist auch gegenwärtig noch gar nicht möglich, diese Fragen ernstlich in Angriff zu nehmen.

Verwandlungen im Organismus.

Verwandlungen der Fette im Organismus. Sowie die Albuminate, verlassen auch die Fette den Organismus nur zum geringsten Theile als solche, der bei weitem grösste Theil derselben erleidet im Organismus sehr tiefgreifende Umwandlungen, so zwar, dass wir in den Excreten selbst nur selten ihren näheren Derivaten begegnen. Als solches verlässt Fett den Körper nur insofern, als es Bestandtheil der Haare, der Epidermis und des Epitheliums, des Speichels, der Hautschmiere und anderer sich abschuppender Gebilde ist. Der oft, namentlich nach dem reichlichen Genusse fettreicher Nahrung bedeutende Fettgehalt der festen Excremente ist jedenfalls zum Theil auf Rechnung nicht assimilirten Fettes der Nahrung zu setzen, doch scheint der Fettgehalt der Excre-

mente sich zu steigern, wenn mangelhafte Secretion der Galle stattfindet, oder der Zufluss derselben zum Darme verhindert oder aufgehoben ist. Der bei weitem grösste Theil der Fette wird aber, wie bereits bemerkt, sofern sie dem Stoffwechsel unterworfen sind, in andere Producte umgesetzt. Diess ist eine Thatsache, die durch zahlreiche physiologische und pathologische Verhältnisse zur Genüge constatirt ist. Es ist Jedermann bekannt, wie rasch das Fett in Folge von Krankheiten und beim Hungern verschwindet, ohne dass sich dieses verschwundene Fett als solches in den Ausscheidungen wiederfindet, und ebenso bekannt ist es, dass alle jene Momente, welche den Gaswechsel in den Lungen und damit die Sauerstoffzufuhr steigern, wie z. B. viele Bewegung, das Fettwerden verhüten oder vermindern, während umgekehrt wenig Bewegung bei guter Nahrung Fettanhäufung veranlasst. Wir müssen daraus schliessen, dass die Fette unter der Einwirkung des eingeathmeten Sauerstoffs oxydirt und ihre Oxydationsproducte aus dem Körper fortgeführt werden. Allein dagegen, dass die Fette im Organismus, und zunächst im Blute direct zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden, sprechen zahlreiche Gründe, und es kann nicht bezweifelt werden, dass sie, bevor sie in diese Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose verwandelt sind, noch mancherlei intermediäre Umsetzungen erleiden, ja vielleicht noch zur Bildung anderer für die Lebensfunctionen unentbehrlicher Stoffe beitragen. Unter dieser Voraussetzung wird die sonst befremdend scheinende Thatsache erklärlich, dass Steigerung des Fettes in der Nahrung einen erhöhten Umsatz der stickstoffhaltigen Gewebs- und Säftebestandtheile hervorruft, und dass die Kohlehydrate trotz ihres geringeren Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalts stärker auf die Herabsetzung des Stickstoffumsatzes wirken als die Fette, bei welchen neben einer herabsetzenden Wirkung auch eine steigernde stattfindet. Diess kann am leichtesten so erklärt werden, dass die Kohlehydrate im Blute sogleich verbrannt werden, während das Fett noch intermediäre Umsetzungen erfährt. Das Fett macht noch Arbeit im Körper, und deshalb vermehrt es auch noch den Umsatz, um diese Arbeitskraft frei werden zu lassen (Bischoff und Voit).

Muss man sonach aus allgemeinen Gründen eine nur allmähliche Oxydation der Fette im Stoffwechsel für mindestens wahrscheinlich halten, so befinden wir uns bei der Erörterung der Frage, welche Zwischenphasen der Oxydation sie erleiden, durchaus auf hypothetischem Boden. Wir begegnen allerdings im Thierkörper mehreren Stoffen, welche von den Fetten abgeleitet werden können, wie z. B. den sogenannten flüchtigen Fettsäuren, der Buttersäure, Propionsäure, Essigsäure, Ameisensäure, allein dieselben könnten möglicherweise auch bei und aus dem Zerfall der Albuminate entstehen, die, wie wir bereits gesehen haben, bei der Oxydation ausserhalb des Körpers solche Säuren neben anderen Producten in der That liefern. Wo im Thierkörper freie eigentliche Fettsäuren vorkommen, da kann ihr Ursprung nicht zweifelhaft sein, allein freie fette Säuren finden sich im Ganzen ziemlich sparsam.

Eine Veränderung der Fette im Organismus, welche so ziemlich allgemein angenommen wird, ist ihre **Verseifung**. Dieselbe soll im Blute und im Chylus vor sich gehen, und es stützt sich diese Annahme auf die allerdings gewichtige Thatsache, dass im Blute und im Chylus sowie in einigen anderen thierischen Flüssigkeiten vorzugsweise verseifte Fette vorkommen, und darauf, dass der Inhalt der mittleren und feineren Chylusgefässe weit mehr freies und weit weniger verseiftes Fett enthalten soll, wie der Milchbrustgang (Bidder und Schmidt), was man dadurch zu erklären versucht hat, dass in den Mesenterialdrüsen, in welchen der Chylus mit dem Blute in nähere Berührung kommt, ein Theil des freien Fettes vom Blutalkali verseift werde (Lehmann).

Es ist schwer zu sagen, was man sich bisher unter der Verseifung der Fette durch das Blutalkali und wie man sich dieselbe gedacht hat. Alle bisherigen Erfahrungen sprechen wohl dafür, dass kohlensaure und basisch-phosphorsaure Alkalien im Blute vorkommen, aber nicht freie Alkalien, und so sicher es ist, dass kohlensaure und basisch-phosphorsaure Alkalien für viele Zwecke die Stelle der kaustischen Alkalien vertreten können, so ist diess doch gerade beim Seifenbildungsprocesse nicht der Fall, denn kohlensaure Alkalien vermögen nicht die Verseifung der Fette zu bewirken, wenn man dabei neutrale Fette und nicht freie Fettsäuren im Auge hat. Erst in der jüngsten Zeit haben Untersuchungen über die Einwirkung des activen Sauerstoffs auf Fette und andere organische Substanzen bei Gegenwart von Alkali, sowie über das Verhalten des Pancreassecrets zu Fetten Anhaltspunkte zur Beurtheilung des dabei möglicherweise stattfindenden Vorganges gegeben. Wenn man nämlich Fette bei Gegenwart von Alkali mit activem Sauerstoff behandelt, so werden sie sehr rasch verseift, indem das Glycerin dabei vollständig zerstört wird. Die hierdurch in Freiheit gesetzten fetten Säuren verbinden sich sodann mit dem Alkali, bei Gegenwart von kohlensaurem Alkali unter Austreibung der Kohlensäure. Glycerin für sich ebensowohl wie Fette werden ohne Gegenwart von Alkali durch activen Sauerstoff nicht verändert, bei Gegenwart von Alkali wird das Glycerin sehr rasch in Propionsäure, Ameisensäure und wahrscheinlich Acrylsäure umgewandelt (Gorup-Besanez). Cl. Bernard hat ferner gefunden, dass neutrale Fette unter der Einwirkung des Pankreatins (s. d.) in freie Fettsäuren und Glycerin zerlegt werden; insofern nun die so in Freiheit gesetzten Fettsäuren mit kohlensaurem Alkali in Wechselwirkung treten, muss sofort ihre Verseifung erfolgen, denn es ist bekannt, dass freie Fettsäuren die kohlensauren Alkalien zu zerlegen vermögen.

Welche weitere Veränderungen die Fette im Verlaufe der regressiven Stoffmetamorphose erleiden, ist vorläufig noch unbekannt. Möglicherweise würden die gebildeten Seifen durch Oxydation in die Salze der flüchtigen Fettsäuren umgewandelt, allein obgleich wir diesen flüchtigen Fettsäuren in der That im Organismus begegnen, so ist es doch, wie bereits oben angedeutet wurde, nicht zu entscheiden, ob dieselben von der

Fetten oder von den Albuminaten stammen. Wenn man aus der Beobachtung, dass die Seifen, einmal durch die Einwirkung des activen Sauerstoffs auf Fette bei Gegenwart von Alkali gebildet, der weiteren Einwirkung desselben lange widerstehen, sich zu einem Schlusse berechtigt halten darf, so wäre es der, dass zur weiteren Verwandlung der Fette ausser der Gegenwart des Sauerstoffs noch weitere im Organismus liegende Bedingungen erforderlich zu sein scheinen.

Die Gründe, die man für eine Verwendung eines Theiles der Fette bei der Gallenbildung angeführt hat, werden wir weiter unten erörtern.

Insofern sie aber oxydirt werden, müssen als ihre Endproducte Kohlensäure und Wasser betrachtet werden.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Fette ist nach Allem, was wir über ihre Beziehungen im Organismus wissen, eine ebenso hervorragende als mannigfaltige. Ihr mechanischer Nutzen besteht darin, dass sie an den Stellen, an welchen sie in besonders reichlicher Menge in Gestalt des sogenannten Fettzellgewebes angehäuft sind, als gegen traumatische Einflüsse von aussen wirksames Polster, als Druckvertheiler und als Ausfüllungsmasse wirken, für welchen mechanischen Nutzen auch ihre chemische Indifferenz von Bedeutung erscheint, indem es hierdurch möglich wird, dass sich grössere Massen von Fett im Organismus ohne Störung anderer chemischer Processe anhäufen können. Nicht minder wichtig ist die Rolle, welche sie als schlechte Wärmeleiter spielen; in Folge ihres geringen Wärmeleitungsvermögens wirken sie der Wärmezerstreuung des Thierkörpers entgegen, wenn die Wärmeregulatoren der Haut (Schweissdrüsen, Horngewebe, glatte Hautmuskeln) nicht mehr hinreichen, die Ausgleichung der Temperaturdifferenzen zwischen dem thierischen Körper und der Aussenwelt zu verhindern; bemerkenswerth ist in dieser Hinsicht besonders die Ablagerung von Fett im Unterhautzellgewebe und an der Fusssohle. Ebenso ist es sicher, dass sie vermöge ihrer Eigenschaften die Gewebe, welche sie, wie Epidermis und Haare, durchtränken, geschmeidig machen und erhalten.

Vom chemischen Standpunkte ist vor Allem ihr histogenetischer Charakter ins Auge zu fassen. So weit wir gegenwärtig noch davon entfernt sind, den Einfluss, welchen die Fette bei der Bildung der Gewebe ausüben, genau zu kennen, so sicher ist es, dass sie sich dabei in irgend einer Weise betheiligen. Denn überall, wo Zellenbildung, Bildung der Elementarorgane der Gewebe stattfindet, ist auch Fett zugegen. Es ist Thatsache, dass wir in allen zellenreichen Organen und in Entwickelung begriffenen Geweben reichlichere Mengen von Fett finden. Eiter, Zellenkrebse sind reich an Fett, ebenso der Chylus; der Eikeim ist von der fettreichen Dotterflüssigkeit umgeben, die Haarzwiebeln, in denen eine lebhafte Zellenbildung stattfindet, sind in Talgdrüsen gewissermaassen eingebettet; ob bei dieser Rolle als Gewebsbildner auch ihre

Eigenschaft, wegen mangelnder Adhäsion an Wasser leicht Tropfen zu bilden und dadurch die Zellenbildung zu unterstützen, in Betracht kommt, ist eine Frage, die mit jener Theorie der Zellenbildung, vermöge deren die erste Anlage jeder Zelle dadurch geschehen soll, dass sich um ein Fetttröpfchen eine dünne Albuminatschicht ablagert, steht und fällt. Von histogenetischer Bedeutung erscheinen aber die Fette auch insofern, als die Substanz des Gehirns ebensowohl wie jene der Nerven ausserordentlich reich an Fetten, und zwar an diesen Organen eigenthümlichen Fetten sind, die auch dann, wenn das Fett in Folge von Abmagerung aus allen übrigen Organen schwindet, hier keine Abnahme erleiden. Sie sind daher als eigentlich integrirende Bestandtheile dieser Gewebe zu betrachten, und stehen zu ihrer Function in nächster, wenngleich noch dunkler Beziehung.

Wir haben bereits weiter oben erwähnt, wie es nicht unwahrscheinlich sei, dass die Fette sich bei der Bildung der Galle betheiligen; näher auf diese übrigens noch hypothetische Bedeutung der Fette einzugehen, ist hier nicht wohl möglich, und dürfte erst dann überhaupt gerathen sein, wenn die Verhältnisse der Galle selbst zur Besprechung kommen. Da ferner die Fette in Seifen löslich sind, die Seifen sich aber bekanntlich in Wasser lösen, und da Seifen im Thierkörper beinahe überall da vorkommen, wo ihre Gegenwart für die Lösung der Fette von Nutzen sein kann, so geben die Seifen ein Mittel ab, um den Durchtritt der Fette durch Membranen, die in Wasser getränkt sind, zu ermöglichen (Ludwig). Einen weiteren Fingerzeig für die physiologische Bedeutung der Fette vom chemischen Standpunkte giebt die Thatsache, dass bei Ernährungsstörungen, in Krankheiten, bei gesteigerter Arbeit und mangelhafter Nahrung, endlich beim Hungern das im Fettzellgewebe u. s. w. angehäufte Fett mehr oder weniger rasch verschwindet; dieses Fett ist bei Hungernden weder in den sparsamen Fäces noch im Urin nachweisbar, sein Kohlenstoff und Wasserstoff muss daher in Gestalt gasförmiger Verbindungen durch Haut und Lunge ausgetreten sein. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es endgültig Kohlensäure und Wasser sind, die bei der Oxydation der Fette entstehen, und es kann daher das Verschwinden des Fettes nur auf eine Oxydation desselben durch den Respirationsprocess zurückgeführt werden. Für diese Anschauung sprechen mannigfache Gründe, vor Allem die Bedingungen der Fettanhäufung im Thierkörper, des Fettwerdens, welche alle auf ein Missverhältniss des in der Nahrung zugeführten Fettes und der Thätigkeit der Lungen hinweisen, und die Thatsache, dass beim Hungern ein fettreiches Thier weniger Fleisch umsetzt, wie ein fleischreiches, offenbar deshalb, weil die grössere Menge Fett mehr Sauerstoff in Anspruch nimmt und daher die Wirkung des letzteren auf die Umsetzung des Fleisches geringer wird (Bischoff und Voit). Durch diese Beziehungen wird das Fett als Material des Stoffwechsels zu einem sogenannten Respirationsmittel und zugleich zu einem mächtigen Factor der thierischen Wärme. Denn

bei der Zusammensetzung der Fette, derzufolge sie als sehr kohlen- und wasserstoffreiche, aber sauerstoffarme Substanzen erscheinen, ist es eine physikalische Nothwendigkeit, dass sie bei ihrer Oxydation eine reichliche Menge von Wärme frei machen müssen. In diesem Sinne hat im Körper angehäuftes Fett die Bedeutung von angesammeltem Brennmaterial. Inwiefern sich die Fette bei im Organismus erfolgenden Gährungsvorgängen, und bei der Wirkung des Pepsins des Magensaftes betheiligen, muss, obgleich darüber Angaben Lehmann's vorliegen, dahin gestellt bleiben.

Erkennung der Fette.

Erkennung des Fettes. Die Erkennung des Fettes da, wo es nicht in grösseren Massen angehäuft, und daher dem unbewaffneten Auge schon sichtbar ist, kann nur durch das Mikroskop und chemische Versuche vermittelt werden. Unter dem Mikroskop erscheint das Fett in Gestalt von Fetttröpfchen, Fettbläschen oder Fettkügelchen und als Fettzelle, d. h. in eigenthümliche Zellen eingeschlossenes Fett. Die Fetttröpfchen sind platt, besitzen ein sehr grosses Lichtbrechungsvermögen, dunkle und zugleich ziemlich unregelmässige Contouren; die Fettbläschen dagegen sind vollkommen sphärisch und nicht auseinanderfliessend; die Fettzellen sind rund oder rundlich, vollkommen glatt, zuweilen durch gegenseitigen Druck polyedrisch, besitzen eine ebene, glänzende, stark lichtbrechende Oberfläche, bei durchfallendem Lichte scharfe, dunkle Contouren, und bei auffallendem silberglänzende Ränder und weissliche Mitte. Werden Fettzellen durch Druck von ihrem Inhalte zum Theil befreit, so wird ihre Oberfläche mehr oder weniger runzlig. Dadurch lassen sich auch Fetttropfen von Fettzellen unterscheiden.

Gute Abbildungen von Fetttropfen, krystallisirtem Fett und Fettbläschen finden sich in Robin et Verdeil: Atl. Pl. XLV. Fig. 2—5, u. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VI. Fig. 4, 5. Taf. XIII. Fig. 2, 4. Taf. XIV. Fig. 3.

Das oleinärmere consistentere Fett erscheint zuweilen auch in knolligen, wurstförmigen, nur schwach durchscheinenden, immer aber das Licht stark brechenden Klumpen. Ist man hier im Zweifel, ob man wirklich Fett vor sich hat, so behandle man das Object mit Aether, welcher diese Massen auflösen wird, wenn sie aus Fett bestanden.

Auf chemischem Wege weist man Fett dadurch nach, dass man die fragliche Substanz zur Trockene bringt, wo möglich pulvert und mit Aether erschöpft, welcher nach und nach alles Fett auflöst. Den ätherischen Auszug verdunste man, und prüfe den Rückstand in Bezug auf die Producte der trockenen Destillation (Acrolein), auf Schmelzbarkeit u. s. w. Einen Theil kann man wieder in Aether lösen, und einen Tropfen der Lösung auf einem Objectgläschen verdunsten lassen. Der Rückstand wird entweder die Krystallformen des Tripalmitins, Tristearins, oder häufiger einfache Fetttropfen erkennen lassen, da die Gegenwart von Triolein die Krystallisationsfähigkeit der übrigen Fette beeinträchtigt.

B. Seifen.

Seifen.

Unter der Bezeichnung Seifen versteht man die Natron- und Kalisalze der Fettsäuren, welche bei der Verseifung der Fette durch kaustische Alkalien neben Glycerin, und bei der Behandlung der freien Fettsäuren mit kohlensauren Alkalien entstehen. Die für unsere Zwecke wichtigeren Eigenschaften der Seifen sind folgende: Dieselben sind nicht nur wie die Fette in Aether, sondern auch in Alkohol und Wasser löslich, damit schäumende Lösungen bildend. Durch viel Wasser werden sie in saure sich niederschlagende saure Salze, und gelöst bleibendes freies Alkali zerlegt.

Säuren fällen aus den Lösungen der Seifen die fetten Säuren. Bittererde- und Kalksalze scheiden unter Wechselzersetzung Kalk- und Bittererdeseifen als weisse Niederschläge aus.

Vorkommen.

Vorkommen. Die im Thierkörper bisher nachgewiesenen Seifen oder verseiften Fette enthalten natürlich dieselben fetten Säuren, wie die Fette, aus denen sie entstanden sind, und es sind demnach:

Oelsaure Alkalien.

Oelsaure Alkalien. Im Blute, im Chylus, in der Lymphe und Galle nachgewiesen und wahrscheinlich auch im Eiter vorkommend. Ausserdem sollen sie in den Lungentuberkeln und in den Excrementen nach dem Gebrauche von Purganzen vorkommen.

Palmitinsaure Alkalien.

Palmitinsaure Alkalien. Von ihrem Vorkommen gilt dasselbe, nur erscheinen die palmitinsauren Alkalien über die ölsauren überwiegend. Da das palmitinsaure Natron in Wasser viel schwieriger löslich ist, wie das ölsaure, so scheint es, dass zur Lösung dieser Seifen die Fette selbst, freie Fettsäuren und vielleicht auch gewisse Salze beitragen.

Stearinsaure Alkalien. Wurden im Serum des Ochsenblutes nachgewiesen.

C. Freie Fettsäuren.

Wir sprechen hier nur von den eigentlichen Fettsäuren: der Palmitinsäure, Stearinsäure, Oelsäure u. s. w., nicht aber von den flüchtigen Säuren der Gruppe $(CH)_n O_4$, welche, als jedenfalls der regressiven Stoffmetamorphose angehörig, an einem anderen Orte besprochen werden.

Palmitinsäure.

Palmitinsäure: $C_{32} H_{32} O_4$. Weisse, büschelförmig vereinigte Nadeln, bei 62° C. schmelzend, und beim Erkalten in Form zusammengehäufter krystallinischer Schuppen erstarrend. Unlöslich in Wasser und leichter wie dieses, löslich dagegen in Aether und in kochendem Alkohol. Die Lösungen reagiren sauer, und treiben die Kohlensäure aus kohlensauren Alkalien aus. Bei vorsichtigem Erhitzen können kleine Quantitäten Palmitinsäure unzersetzt verflüchtigt werden.

Stearinsäure.

Stearinsäure: $C_{36} H_{36} O_4$. Aus heissem Alkohol krystallisirt sie in weissen Blättchen und Schüppchen. Schmilzt bei 69,2° C. und erstarrt beim Erkalten zu einer wachsartigen, krystallinischen Masse. Unlöslich in Wasser, leichter wie dieses, löslich in Aether und in kochendem Alkohol. Ihre Lösungen reagiren sauer und zersetzen die kohlensauren Alkalien. Ueber ihren Schmelzpunkt erhitzt, zersetzt sich die Stearinsäure in Palmitinsäure, Palmiton und einen öligen Kohlenwasserstoff. Kleine Mengen können aber bei Luftabschluss unzersetzt destillirt werden.

Oelsäure.

Oelsäure: $C_{36} H_{34} O_4$. Vollkommen rein dargestellt, farb-, geruch- und geschmackloses Oel von neutraler Reaction. Hatte die Luft schon darauf eingewirkt, so ist sie gelb, ranzig riechend und reagirt stark sauer. Unter + 4° C. erstarrt die Oelsäure zu einer weissen, festen, krystallinischen Masse, aus Alkohol krystallisirt sie bei starker Abkühlung in langen Nadeln. In Wasser ist sie nahezu unlöslich, in Alkohol und Aether dagegen leicht löslich. Beim Erhitzen wird sie zersetzt. Durch salpetrige Säure wird sie in die isomere Elaidinsäure verwandelt. Mit rauchender Salpetersäure in der Wärme behandelt, liefert sie sämmtliche flüchtige Fettsäuren der Reihe $(CH)_n O_4$; mit Kalihydrat erhitzt spaltet sie sich in Palmitinsäure und Essigsäure.

Vorkommen. Ueber das Vorkommen der freien Fettsäuren im Thierorganismus können wir uns kurz fassen. Man hat geringe Mengen freier Palmitinsäure, Stearinsäure und Oelsäure in einigen thierischen Flüssigkeiten, im Blute, der Galle, im Eiter, in hydropischen Flüssigkeiten aufgefunden und auch in den Excrementen wurde solche nachgewiesen. Seitdem man die Thatsache kennt, dass der pancreatische Saft die Fähigkeit besitzt, neutrale Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zu zerlegen, ist natürlich das Vorkommen derselben im Darm sehr leicht erklärlich. Dagegen ist ihr Vorkommen im Blute, der Galle u. s. w. vorläufig nicht mit Bestimmtheit zu deuten. Es ist übrigens von Lehmann mit Recht hervorgehoben worden, dass man freie Fettsäuren meist nur in solchen thierischen Flüssigkeiten aufgefunden hat, die bereits innerhalb oder ausserhalb des Körpers einen gewissen Grad von Zersetzung erlitten haben, so z. B. im Eiter, der entweder an der Luft sauer geworden, oder Senkungsabscessen entlehnt ist. Wenn man überdiess berücksichtigt, wie leicht neutrale Fette schon an der Luft eine partielle Zerlegung erfahren, so wird man sich fragen müssen, ob nicht die freien Fettsäuren, die man gefunden hat, in vielen Fällen erst während der Untersuchung entstanden sind; bei der kritischen Würdigung der betreffenden Untersuchungen wird man diese Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen sehen. Da, wo übrigens freie Fettsäuren in thierischen Flüssigkeiten vorkommen, scheint ihre Lösung durch die vorhandenen neutralen Fette vermittelt zu werden.

Vorkommen.

Gute Abbildungen von mikroskopischen Krystallformen krystallisirter Fette, Palmitin, Palmitinsäure, Stearin und Stearinsäure finden sich bei Funke: Atlas. 2te Aufl. Taf. VI. Fig. 4, 5 u. 6.

Literatur: Für diejenigen, welche die historische Entwickelung der wichtigen Frage der Bildung der Fette verfolgen wollen, stellen wir hier das Wichtigste der betreffenden Literatur zusammen:

Liebig: Chem. Briefe. 4te Aufl. 2ter Bd. 30. Brief. — Thierchemie. 3te Aufl. S. 113. — Dumas u. Boussingault: Annal. de chim. et de phys. 3. Sér. XII, p. 153. — Letellier: Ebendas. XI, 433. — Persoz: Compt. rend. XVIII, 245. — Payen u. Gasparin: Compt. rend. XVIII, 797. — Playfair: Philos. Magazine XII, 281. — Gundelach: Naturgesch. der Bienen. Cassel 1842. — Dumas u. Milne Edwards: Journ de pharm. et de chim. 3. Sér. XIV, 400. Annal. des sciences naturell. 1843. 2 Sér. XX, 174. — Boussingault: Compt. rend. XX, 1726. — Persoz: Ebendas. XXI, 20. — Hoppe: Arch. f. pathol. Anat. X, 144. — Quaiin: Med. chir. Transact. 1850. 141. — Virchow: Verhandl. d. Würzburg. phys. med. Gesellsch. III. 1852. — Ch. Wetherill: Transact. of the americ. philos. Soc. XI. — Journ. f. prakt. Chem. LXVIII, 20. — R. Wagner: Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1851. Nr. 8. Arch. f. phys. Heilk. X, 520. — Middeldorpff: Zeitschr. f. klin. Med. III, 59. — Donders: Nederland. Lancet. 3 Sér. I, 556. — Michaelis: Prag. Vierteljahrsch. 1853. X, 4. — Husson: Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1853, p. 41. — Schrader: Ebendas. — Fr. W. Burdach: De commutat. subst. protein. in adipem. Diss. inaug. Regiomont. Pruss. 1853. — Böttcher: Arch. f. pathol. Anat. XIII, 392.

D. Einzeln stehende Gewebsbildner.

Wir handeln hier Hämatin, Cerebrin, Chitin und Cellulose ab, Stoffe, die chemisch betrachtet, nichts miteinander gemein haben, aber, von unzweifelhaft histogenetischer Bedeutung, dem von uns befolgten Principe gemäss hier abgehandelt werden müssen.

1) Hämatin.

Hämatin.

Unter dieser Bezeichnung verstehen Chemiker und Physiologen in der Regel nicht dasselbe. Letztere nämlich verstehen darunter denjenigen Farbstoff, der den Blutkörperchen ihre eigenthümliche rothe Farbe verleiht und einen wesentlichen Bestandtheil derselben ausmacht; erstere dagegen Körper, die auf verschiedenen Wegen aus dem Blute gewonnen wurden, und je nach der Art ihrer Darstellung sehr verschiedene Eigenschaften zeigen, die nicht nur allein unter sich different, sondern auch sicherlich nicht der genuine Blutfarbstoff, vielmehr höchst wahrscheinlich Zersetzungsproducte desselben sind.

Die chemischen Eigenschaften des genuinen Blutfarbstoffs, des Hämatins der Physiologen, kennen wir nicht, da es bisher noch nicht gelungen ist, denselben unverändert zu isoliren. Bei der Schilderung der Eigenschaften des Hämatins der Chemiker aber müssen wir im Interesse der in diesem Buche Aufklärung Suchenden historisch zu Werke gehen, und können nur dadurch den wirklichen Zustand unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand übersichtlich darlegen, dass wir die Eigenschaften und die Darstellung der verschiedenen Hämatine der Chemiker gesondert beschreiben.

Hämatin von Lecanu.

Hämatin oder Hämatosin von Lecanu. Man versetzt geschlagenes Blut mit Schwefelsäure, rührt den Niederschlag mit Alkohol an, und presst ihn so gut als möglich aus. Der braune Niederschlag, ein Gemenge von schwefelsaurem Globulin, schwefelsaurem Hämatin und schwefelsaurem Albumin, wird mit Alkohol ausgekocht, der mit etwas Schwefelsäure angesäuert ist, hierauf die rothe Flüssigkeit mit Ammoniak übersättigt, im Wasserbade abgedampft, und der Rückstand mit Wasser, Alkohol und Aether vollständig ausgezogen.

So dargestellt erscheint das Hämatin als eine dunkelbraune, glänzende, amorphe Masse, die geruch- und geschmacklos, und in Wasser, Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen unlöslich ist. Beim Erhitzen bläht es sich auf, riecht nach verbranntem Horn, liefert ammoniakalische Destillationsproducte, und hinterlässt nach dem Verbrennen der Kohle von Eisenoxyd stark roth gefärbte Asche.

Mit Mineralsäuren bildet Lecanu's Hämatin Verbindungen, die in Wasser unlöslich, aber in Alkohol auflöslich sind, und daraus durch Wasser gefällt werden. Von Kali, Natron und Ammoniak wird das Hämatin mit dunkelblutrother Farbe gelöst, und diese Verbindungen sind in Wasser, Alkohol, Aether und Essigäther löslich. Nach den Analysen von Mulder enthält das nach Lecanu's Methode bereitete Hämatin in 100 Theilen: Kohlenstoff 65,35, Wasserstoff 5,44, Stickstoff 10,40, Sauerstoff 11,88, Eisen 6,93, woraus er die empirische Formel $C_{44} H_{22} N_3 O_6 Fe$ berechnet.

Nach letzterem Chemiker endlich kann dem Hämatin durch Chlorgas und durch concentrirte Schwefelsäure das Eisen vollständig entzogen werden, und man kann durch Behandlung des Hämatins mit Schwefelsäure ein eisenfreies Hämatin darstellen, in welchem das Mengenverhältniss der übrigen Bestandtheile ein ungeändertes ist.

Hämatin von Berzelius.

Hämatin von Berzelius. Man erhält diess, indem man defibrinirtes Blut mit einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Natron vermischt und filtrirt, wobei die Blutkörperchen auf dem Filter zurückbleiben. Man kocht den Filterrückstand mit schwefelsäurehaltigem Alkohol aus, und vermischt die noch warmen Lösungen mit kohlensaurem Ammoniak, filtrirt die Flüssigkeit nach längerem Stehen von dem erzeugten Niederschlag ab und dampft zur Trockne ein. Das so erhaltene Hämatin wird durch Behandlung mit Aether von Fett befreit. Die Eigenschaften des so dargestellten Hämatins stimmen mit jenen des Lecanu'schen überein.

Hämatin von Sanson.

Hämatin von Sanson. Getrocknetes und gepulvertes Blut wird mit Alkohol ausgekocht, der Rückstand mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, die auf diese Weise gebildete Gallerte mit Wasser ausgewaschen, und mit Alkohol ausgekocht. Die alkoholische Lösung wird mit kaustischem Ammoniak neutralisirt und abgedampft. Das sich ausscheidende Hämatin mit Wasser extrahirt, abermals in Alkohol gelöst, abgedampft, wird mit verdünnter Salzsäure aufgenommen, und aus der Lösung des salzsauren Hämatins das Hämatin durch kohlensaures Ammoniak gefällt.

Das so dargestellte Hämatin bildet frisch gefällt durchscheinende Flocken von schön blutrother Farbe, und ist in Alkohol, Aether nnd verdünnten Säuren löslich.

Hämatin von Robin u. Verdeil.

Hämatin von Robin u. Verdeil. Blut wird coagulirt, das Coagulum ausgepresst und mit Alkohol ausgekocht, dem etwas kohlensaures Natron zugesetzt ist. Die intensiv roth gefärbte alkoholische Lösung wird filtrirt, mit Kalkmilch versetzt, aufgekocht, wobei der Alkohol sich entfärbt, während der Kalkniederschlag eine grüne Farbe annimmt. Letzterer wird mit Salzsäure behandelt, das ungelöst bleibende Coagulum mit Aether erschöpft, in kochendem Alkohol gelöst, und der Lösung nach dem Erkalten ein gleiches Volumen Aether zugefügt, welcher gewisse Stoffe fällt. Die alkoholisch-ätherische Lösung enthält das Hämatin, und es bleibt dasselbe nach dem Verdunsten der Lösung

als braunschwarzes, in Wasser unlösliches, in Alkohol und Aether leicht lösliches Pulver zurück.

Hämatin von Wittich.

Hämatin von v. Wittich. Defibrinirtes Blut wird mit Aether geschüttelt, die filtrirte Lösung mit kohlensaurem Kali angerührt, der Niederschlag auf einem Filter gesammelt, und bei einer 40° C. nicht übersteigenden Temperatur getrocknet noch warm mit absolutem Alkohol angerührt, mehr zugesetzt und geschüttelt. Die alkoholische Lösung abgedampft und mit Aether zur Entfernung der Fette behandelt, liefert das Hämatin. So dargestellt, ist es in Wasser und Alkohol löslich, was aber von der Anwesenheit geringer Mengen kohlensaurer Alkalien abhängig erscheint, denn werden die Lösungen mit einer Säure genau neutralisirt, so fällt das Hämatin sofort nieder.

Die Lösungen des Wittich'schen Hämatins sind roth mit einem Stich ins Olivengrüne, und werden beim Kochen, ohne zu coaguliren, grün. Die wässerige Lösung abgedampft, hinterlässt das Hämatin in Gestalt kleiner Körnchen; kleine Mengen auf dem Objectglase eingedunstet, hinterlassen oft schön gefärbte Krystalle, die aber aus kohlensaurem Kali mit imbibirtem Farbstoff bestehen.

Hämatin von Lehmann.

Krystallisirtes Hämatin von Lehmann. Hämatokrystallin oder auch frisches Blut wird mit oxalsäurehaltigem Alkohol und Aether geschüttelt. Beim

Stehen dieser Lösung in wohlverkorkten Flaschen scheiden sich allmählich die Hämatinkrystalle aus; ihre Abscheidung wird aber durch Zusatz an der Luft zerflossenen Chlorcalciums beschleunigt.

Vierseitige **rechtwinkliche** oder **rhombische** Tafeln, oder schilfblattförmige, spiralförmig aufgewundene flache Prismen, Büschel feiner Nadeln, oder schwarze undurchsichtige Kugeln mit hier und da vortretenden Spitzen, **sechsseitige** Tafeln; — bald quadratische, bald rhombische dicke schwarze Tafeln, bei näherer Untersuchung flache rhombische Octaëder. Ueber das Verhältniss der **chemischen** Eigenschaften dieser Krystalle und jener des amorphen Hämatins sind Angaben nicht vorhanden. **Funke**: Atl. 2te Aufl. Taf. IX. Fig. 1.

Hämatin von Teichmann.

Krystallisirtes Hämatin von Teichmann (Häminkrystalle). Blut wird mit Essigsäure 1 bis 2 Minuten lang gekocht. Die Flüssigkeit wird alsbald opalisirend, schwarzgrau, und am Boden des Gefässes scheiden sich die Häminkrystalle ab.

Schwarzbraune oder schwarze scharfcontourirte rhombische Tafeln. Diese Modification soll in schwefelsäure- oder salzsäurehaltigem Alkohol schwer- oder unlöslich sein.

Die Häminkrystalle sind unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Essigsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, schwer löslich in Ammoniak, verdünnter Schwefel- und Salpetersäure. In Kalilauge lösen sie sich langsam auf, wobei zuerst eine dunkelgrüne Färbung auftritt, die allmählich in intensives Braun und dann in Purpur oder Rosa übergeht. Concentrirte Schwefelsäure ruft bei der Lösung der Krystalle ähnliche Farbenerscheinungen hervor. (Vergl. weiter unten: zur gerichtl. Chemie des Blutes.)

Die Ermittelung ihrer chemischen Natur ist nicht versucht. **Funke**: Atl. 2te Aufl. Taf. IX. Fig. 2.

Wir haben versucht, in obigen Zeilen aus einem höchst unerquicklichen Wust oft contradictorischer Angaben, und eines leitenden klaren Gesichtspunktes mehr oder weniger entbehrender Beobachtungen das Wesentliche auszuziehen. Diese Beobachtungen sind für die Physiologie so gut wie gar nicht zu verwerthen. Ziehen wir das Resultat, so ergiebt sich vor Allem, dass alle die verschiedenen Hämatine mit dem eigentlichen Blutfarbstoff keineswegs identisch sind, aber es ist auch nicht einmal ernstlich versucht, das Verhältniss festzustellen, in welchem sie zu dem eigentlichen genuinen Blutfarbstoff stehen. Die verschiedenen Hämatine sind ferner auch unter sich different und als solche nur höchst mangelhaft studirt. Für keine einzige der Hämatinmodificationen ist ein chemisch vollgültiger Beweis dafür geführt, dass man es mit chemischen Individuen zu thun hatte, und nur eine Modification: die **Lecanu**'sche wurde überhaupt analysirt. Alle diese Beobachtungen haben ferner weder über die Bildung, noch über die Umwandlungen des eigentlichen Blutfarbstoffs Aufschlüsse gebracht. Die Schlüsse, die man theilweise aus den kritisch gar nicht gesichteten Beobachtungen gezogen hat, waren vielmehr geeignet, die Sache noch mehr zu verwirren. So hat man aus dem Umstande, dass dem **Lecanu**'schen Hämatin das Eisen ganz oder fast ganz entzogen werden kann, und der Gehalt in den verschiedenen Präparaten ein variabeler ist, gefolgert, dass das Eisen zu dem wesentlichen Verhalten dieses Stoffes nichts beitrage, ohne zu bedenken, dass man zu

einem derartigen Schlusse nur dann berechtigt wäre, wenn man den Beweis geführt hätte, dass die „Hämatine" wirklich der Blutfarbstoff, und nicht Zersetzungsproducte des letzteren seien. Wirklichen Nutzen, auf den wir weiter unten beim Blute näher eingehen werden, haben die Arbeiten über das Hämatin der gerichtlichen Chemie gebracht.

Einen Beitrag zur Lösung der Frage über das Verhältniss der Hämatine zum Blutfarbstoff hat der Physiologe Brücke durch seine Untersuchungen über den Dichroismus des Blutfarbstoffs geliefert.

Dichroismus des Blutfarbstoffs.

Brücke hat gezeigt, dass der Farbstoff des venösen Blutes die Erscheinung des Dichroismus zeigt, indem solches Blut unter gewissen Bedingungen bei auffallendem Lichte roth und bei durchfallendem grün erscheint, und er hat ferner gefunden, dass die von Lecanu, Sanson und Wittich dargestellten Hämatine, und zwar gleichgültig, ob sie aus arteriellem oder venösem Blute dargestellt sind, wenn ihre ammoniakalischen Alkohollösungen mit viel Wasser, oder mit Kali, Natron, kohlensauren Alkalien, kohlensaurem Ammoniak, oder Kohlensäure vermischt werden, bei auffallendem Lichte roth, und bei durchfallendem grün erscheinen, demnach ebenfalls dichroitisch sind. Brücke beobachtete ferner, dass alle dichroitischen Hämatinlösungen in ihrem Innern Licht zerstreuen. Die innere Dispersion ist aber eine sogenannte unächte, da beim Drehen eines vor das Auge gehaltenen Nicol'schen Prismas das zerstreute Licht je nach dem Reflexionswinkel mehr oder weniger vollständig verschwindet, und man muss daraus schliessen, dass das Licht von Körpern reflectirt werde, welche anders brechen als die umgebende Flüssigkeit, die nur deshalb nicht getrübt erscheint, weil diese Körperchen zu klein sind, um das Licht aus seiner Bahn abzulenken. Brücke schliesst daraus, dass beim Uebergang einer Hämatinlösung aus dem nichtdichroitischen in den dichroitischen Zustand ein Körper, der jenes Licht reflectirt, in feinen Molekülen ausgeschieden wird. Es ist ferner beobachtet, dass Blut in mit Sauerstoff gefüllten Glasröhren die Erscheinung des Dichroismus nicht zeigt, dagegen dasselbe Blut sogleich dichroitisch wird, wenn man es mit Kohlensäure, Stickstoff oder Wasserstoff in Berührung bringt.

Das Hämatin wirkt als Ozonüberträger.

Zu den Eigenschaften, welche der genuine Blutfarbstoff mit den Hämatinen theilt, gehört auch die, als Ozonüberträger zu wirken (vergl. Bd. I. S. 315), da nun anderseits das in den Blutkörperchen gelöste Hämatin in Folge der Einwirkung von Gasen nicht nur allein bald lichter und bald dunkler wird, sondern auch das eine Mal die Erscheinungen des Dichroismus zeigt, und das andere Mal nicht, so hat man daraus geschlossen, dass bei der Absorption der Blutgase das Hämatin eine hervorragende Rolle spiele.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Ueber den Zustand, in welchem das Hämatin in den Blutkörperchen abgelagert ist, wissen wir nichts Positives. Wir sind nicht einmal darüber im Klaren, ob der Farbstoff der

Blutkörperchen mit ihren übrigen Bestandtheilen, namentlich dem Glo bulin, chemisch verbunden, oder ob er nur mechanisch damit gemengt is Jedenfalls bildet er den Zelleninhalt.

Abstammung.

Abstammung. Auch über die Abstammung des Blutfarbstoff wissen wir nichts. Man hat für die Annahme, dass das Hämatin au einem Bestandtheil der farblosen Blutkörperchen hervorgehe, physiolo gische Gründe geltend gemacht, auf die wir aber hier um so wenige eingehen wollen, weil dieselben einen solchen Uebergang wohl von histologischen Standpunkte wahrscheinlich machen, aber den chemische Vorgang gänzlich unberücksichtigt lassen. Aber es erscheint jedenfall bemerkenswerth, dass die Milz, ein Organ, welches nach allen physiolo gischen Thatsachen zur Erzeugung des Blutes und seiner Zellen in nahe Beziehung steht, nach den Untersuchungen von Scherer sehr reich a Eisen ist, und namentlich einen eisen- und stickstoffhaltigen Körpe enthält. Da das Hämatin eisen- und stickstoffhaltig ist, so kann es nu aus Materien entstehen, die dem werdenden Hämatin diese beiden Ele mente zuzuführen vermögen, und es wäre wohl möglich, dass der vo Scherer gefundene eisenhaltige eiweissartige Körper der Milz zur Bil dung des Blutroths verwendet würde.

Städeler hat in jüngster Zeit über die Bildung des Hämatins ein Hypothese aufgestellt, die wir nicht mit Stillschweigen übergehen dürfen da sie auf chemischen Anschauungen und Erwägungen fusst. Städele hält es für wahrscheinlich, dass das Hämatin eine gepaarte Verbindun sei von Hämatoidin (s. unten), das man so häufig in zersetztem Blut in alten Blutextravasaten krystallinisch ausgeschieden findet, und vo einem eisenhaltigen organischen Körper. Das Hämatoidin, für welche Städeler die Formel $C_{30} H_{18} N_2 O_6$ berechnet, könnte durch Oxydatio aus dem Tyrosin, einem der nächsten Zersetzungsderivate der Albuminate hervorgehen, wofür Städeler die von ihm gemachte Beobachtung gel tend macht, dass Tyrosin unter der Einwirkung von Oxydationsmittel in einen dem Hämatin in vielen Stücken sehr ähnlichen rothen Farbsto (Erythrosin) übergeht. Der Uebergang des Tyrosins in Hämatoidi könnte durch nachstehende Formelgleichung ausgedrückt werden:

$$\underset{\text{Tyrosin}}{2\,(C_{18} H_{11} N O_6)} + 2\,O = \underset{\text{Kohlensäure}}{C_2 O_4} + \underset{\text{Essigsäure}}{C_4 H_4 O_4} + \underset{\text{Hämatoidin.}}{C_{30} H_{18} N_2 O_6}$$

Wir müssen jedoch ausdrücklich hervorheben, dass alle diese Voraus setzungen rein hypothetischer Natur sind, und wir sie überhaupt nur des halb nicht übergangen haben, weil sie Anregung zu weiteren For schungen darbieten. Vom physiologischen Standpunkte hat man dies Hypothese durch nachstehende Erwägungen zu stützen versucht: Da da Tyrosin ein Umsatzproduct der Albuminate ist, so könnte es möglicher weise aus den farblosen Blutkörperchen sich bilden, und man hat es gerad in der Milz, wo die farblosen Blutkörperchen in reichlichster Zahl ange troffen werden, in grösster Menge aufgefunden, während gleichzeitig dari

n eisenhaltiger albuminöser Stoff vorkommt, der möglicherweise der suchte Paarling sein könnte. Gelangen die Lymphkörperchen (farbsen Blutkörperchen) in den Blutstrom, so könnte durch den Sauerstoff s Blutes die Umwandlung des Tyrosins in Pigment alsbald eintreten. iese Hypothese würde ausserdem erklären: warum im normalen Blute in Tyrosin nachgewiesen werden kann; wie der Uebergang farbloser lutkörperchen in gefärbte erfolgt; woher es kommt, dass geronnene ymphe an der Luft sich röthet, und wie endlich die primäre Entstehung s Blutrothes bei eierlegenden Wirbelthieren erfolgen könnte. Auch die rzeugung des Muskelfarbstoffs bei dem Mangel des Hämatins im Blutasma würde auf diese Weise erklärlich (Frey).

Umwandlungen und Austritt.

Umwandlungen des Hämatins im Organismus und Austitt desselben. Auch bei der Erörterung der Frage über die Umwandngen, welche der Blutfarbstoff im Organismus erleidet, bewegen wir uns f hypothetischem Boden. Es sprechen allerdings gewichtige Gründe dafür, ss sämmtliche Pigmente des Thierkörpers, und namentlich die Farbstoffe r Galle, aus dem Blutfarbstoff hervorgehen, allein directe chemische Beeise dafür fehlen zur Zeit noch. Eine der nächsten Umwandlungen des ämatins scheint die in Hämatoidin zu sein, welches aber, wenn die en entwickelte Hypothese begründet wäre, in Hämatin wieder zurückrwandelt würde. In welche Verbindungen umgesetzt aber die Elemente s Hämatins den Organismus verlassen, ist uns gänzlich unbekannt. uf die Gründe, welche für einen Uebergang des Hämatins in Gallenrbstoff sprechen, werden wir bei Gelegenheit des letzteren eingehen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Aus der Thatsache, dass Hämatin zon übertragend wirkt, dürfen wir wohl schliessen, dass es bei den xydationsvorgängen im Blute eine Rolle spiele, allein auch hier tritt ner exacten Behandlung der Frage der Umstand hindernd in den Weg, ss wir den wirklichen Blutfarbstoff bisher noch gar nicht isolirt haben, d dass die Versuche, die man angestellt hat, sich auf Gemenge oder erbindungen von Hämatin und Globulin beziehen; doch spricht auch hon der Umstand, dass der Blutfarbstoff unter der Einwirkung der ase nicht allein Farbenveränderungen erleidet, sondern auch bald monoroitisch und bald dichroitisch erscheint, für eine gewisse Beziehung des lutfarbstoffs zu dem Gaswechsel im Blute.

2) Cerebrin. Cerebrinsäure.

Cerebrin.

Weisses, lockeres, sehr leichtes Pulver, unter dem Mikroskop untersucht, kleine härische Moleküle darstellend, geruch- und geschmacklos, unlöslich in Wasser, kalm Alkohol und Aether, löslich in kochendem Alkohol und Aether. Seine Lösunn sind ohne Reaction auf Pflanzenfarben. Mit kochendem Wasser behandelt, quillt wie Stärke auf, und verwandelt sich in eine Emulsion. Wird von verdünnten kalien und von Säuren nicht aufgelöst. Von kochender Salzsäure, Schwefelsäure d Salpetersäure dagegen wird es zersetzt. Das durch Einwirkung der Salpetersäure

erzeugte Zersetzungsproduct ist ein stickstofffreier, weisser, wachsartiger, in Alkohol und Aether leicht löslicher und leicht schmelzbarer Körper. Das Cerebrin beginnt bereits beim Erwärmen auf 80° C. eine Zersetzung zu erleiden.

Nach den neuesten Analysen von W. Müller besteht das Cerebrin in 100 Theilen aus: Kohlenstoff 68,35 bis 68,56, Wasserstoff 11,30 bis 11,25, Stickstoff 4,69 bis 4,29, Sauerstoff 15,66.

Entgegen den früheren Angaben fand W. Müller das Cerebrin frei von Phosphor.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Cerebrin ist ein wesentlicher Bestandtheil des Gehirns und der Nervensubstanz überhaupt, wahrscheinlich aber ist es auch im Eidotter, im Eiter, und möglicherweise in den Fetten des Blutserums enthalten.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Das Cerebrin ist Gewebsbestandtheil des Gehirns und der Nerven, über seinen Zustand im Eiter u. s. w. wissen wir nichts.

Ueber die Umwandlungen des Cerebrins und seinen Austritt befinden wir uns völlig im Dunkeln. Ebenso ist uns eine andere physiologische Bedeutung desselben als die, Hauptmaterial des Nervengewebes zu sein, nicht bekannt.

3) Chitin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 46,32, Wasserstoff 6,40, Stickstoff 6,14, Sauerstoff 41,14.

Empirische Formel: $C_{18}H_{15}NO_{12}$.

Chitin.

Rein dargestellt ist das Chitin ein weisser, amorpher, zuweilen durchscheinender Körper, welcher in der Regel die Form des Gewebes zeigt, aus welchem er dargestellt wurde. Das Chitin ist unlöslich in Wasser, Essigsäure, Alkalien, in Aether, Weingeist und verdünnten Mineralsäuren. Längere Zeit mit Schwefelsäure gekocht liefert es Ammoniak und Traubenzucker. Concentrirte Salpetersäure oder Salzsäure löst es ohne Färbung, in dieser Lösung bewirkt Gerbsäure nach der Neutralisation mit Ammoniak einen Niederschlag. Bei der trockenen Destillation schmilzt es nicht, und hinterlässt eine Kohle von der Form des ursprünglichen Gewebes, es giebt ferner trotz seines Stickstoffgehaltes saure Destillationsproducte.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Chitin ist mit Bestimmtheit in den Körperdecken der Gliederthiere und den Anhängen dieses Ueberzugs (Stacheln, Schuppen, Haare), ferner in den Auskleidungen der offenen Körperhöhlen der Arthropoden (Tracheen, Darm) nachgewiesen. Wahrscheinlich ist es aber auch noch bei anderen wirbellosen Thieren vorhanden, und vor Kurzem hat Lücke gezeigt, dass die Mutterblasen der Echinococcen aus einer dem Chitin in Eigenschaften und Zusammensetzung mindestens sehr ähnlichen Substanz bestehen.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Das Chitin ist Gewebsbestandtheil und trägt als solches zur Eigenartigkeit der betreffenden Gewebe das Meiste bei, was sich zur Genüge daraus ergiebt, dass durch die Reindarstellung

les Chitins nicht selten die Form der Thiere oder einzelner Organe ganz ;ut erhalten bleibt.

Abstam-mung.

Abstammung. Ueber die Art der Bildung des Chitins im Orga-ıismus vom chemischen Standpunkte wissen wir nichts Positives. Stä-leler hat nachgewiesen, dass bei der Zersetzung des Chitins durch Schwefelsäure Traubenzucker und Ammoniak gebildet werden. Nimmt nan nun an, was mindestens sehr wahrscheinlich ist, dass das Ammoniak labei als secundäres Zersetzungsproduct auftritt, so spaltet sich das Chitin lurch Behandlung mit Säuren in ein Kohlehydrat, und in einen stickstoff-ıaltigen Körper. Städeler hat darauf aufmerksam gemacht, dass mög-icherweise der Vorgang durch nachstehende Formelgleichung aus-;edrükt wäre:

$$\underset{\text{Chitin}}{C_{18}H_{15}NO_{12}} + 4\,HO = \underset{\text{Zucker}}{C_{12}H_{12}O_{12}} + C_6H_7NO_4,$$

vobei $C_6H_7NO_4$ Lactamid, Alanin oder Sarcosin bedeuten könnte. Nähme man an, dass der Stickstoff in der Form von Lactamid austrete, so würde die Bildung der Chitinpanzer, wenigstens bei den Crustaceen, sich ohne Schwierigkeit erklären lassen. Dass in dem Magensafte der ıiederen Thiere ebensowohl Milchsäure vorkommt, wie in dem der höhe-ren, glaubt Städeler bei der grossen Verbreitung dieser Säure annehmen zu dürfen, und weist darauf hin, dass zur Zeit der Neubildung der Panzer lie vorhandenen Kalkconcretionen, die sogenannten Krebssteine, in den Magen gelangen. Dabei würde milchsaurer Kalk entstehen. Zugleich nacht Städeler auf die Ammoniakentwickelung bei Krebsen aufmerksam. Nimmt man nun an, dass während des Neubildungsprocesses, der ohne Zweifel mit der Ausscheidung von Proteinstoffen, die man in allen Chitingeweben findet, beginnt, ein Kohlehydrat, milchsaurer Kalk und kohlensaures Ammoniak zusammentreffen, so würde sich unter Ablagerung von kohlensaurem Kalk milchsaures Ammoniak bilden müssen, und unter Vereinigung desselben mit dem Gummi könnte unter Austritt von Wasser las Chitin entstehen. Es versteht sich übrigens von selbst, dass alles liess nur Hypothesen sind, die zum Theil auf sehr schwankender Grund-lage ruhen und von ihrem Autor selbst nicht für mehr angesehen werden.

Ueber die Umwandlungen des Chitins sowie über seinen Aus-tritt wissen wir ebenfalls nichts.

Die physiologische Bedeutung des Chitins ist eine ähnliche wie die des Horngewebes.

4) Cellulose: $C_{12}H_{10}O_{10}$.

Cellulose.

Die Cellulose besitzt je nach den Stoffen, aus denen sie dargestellt wurde, ein abweichendes äusseres Ansehen, und kommt mit dem Chitin darin überein, dass sie so wie dieses im gereinigten Zustande gewöhnlich noch die Form des Gewebes zeigt, welches zu ihrer Bereitung diente.

Im Allgemeinen ist die rein dargestellte Cellulose weiss, geschmack- und geruchlos, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen, verdünnten Säuren und Alkalien. Bei der trockenen Destillation giebt sie saure Destillationsproducte. Durch Kochen mit Schwefelsäure geht sie in Traubenzucker über. Salpetersäure erzeugt explodirende Nitrokörper, Jod färbt die Cellulose violettblau.

Vorkommen. **Vorkommen.** Die Cellulose, wie bekannt im Pflanzenreiche von allgemeiner Verbreitung, wurde im Thierreiche bisher nur auf den untersten Stufen desselben aufgefunden. Bisher wurde sie im Mantel der Phallusia mammillaris, in der knorpeligen Hülle der einfachen Ascidien, in dem lederartigen Mantel der Cynthien, endlich im äusseren Rohre der Salpen nachgewiesen. Nach den Untersuchungen von Löwig und Kölliker scheint das Vorkommen der Cellulose bei den Wirbellosen auf die Tunicaten beschränkt zu sein.

Ueber den Ursprung und die sonstigen physiologisch-chemischen Beziehungen der Cellulose im Thierreiche sind wir vollständig im Dunkeln.

Paramylon. **Paramylon:** $C_{12}H_{10}O_{10}$. Der Cellulose reiht sich am ungezwungensten ein anderes Kohlehydrat, das Paramylon, an, welches in einer Infusorienspecies: Euglena viridis, vorkommt, die von Siebold zu den Thieren zählt. Diese Thiere enthalten eine grosse Anzahl von kleinen Körnern, welche beim Zerdrücken unter dem Mikroskop reichlich austreten, ohne dass sie untereinander zusammenhängen. Nach ihrer Isolirung und Reinigung stellen diese Körner einen stärkeähnlichen Körper dar, der unlöslich in Wasser, in verdünnten Säuren und in Ammoniak, löslich aber in verdünntem Kali ist, aus welcher Lösung er durch Salzsäure als opalisirende Gallerte ausgeschieden wird. Von der Stärke unterscheidet sich das Paramylon namentlich auch dadurch, dass es beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure keinen Zucker liefert, und durch Jod nicht blau gefärbt wird.

Dritte Gruppe.

Im Organismus selbst durch Desassimilation erzeugte Verbindungen.

Wir zerfällen diese Gruppe in zwei Unterabtheilungen:

I. Producte secretbildender Processe und intermediärer Spaltungen.
II. Producte der eigentlich regressiven Stoffmetamorphose.

I. Producte secretbildender Processe und intermediärer Spaltungen.

a. Gallensäuren und ihre Spaltungsproducte.

Allgemeines Verhalten. Die der Galle der höheren Thierclassen eigenthümlichen stickstoff- und zum Theil schwefelhaltigen organischen Säuren, die aber in der Galle nicht frei, sondern als Natronsalze enthalten und vom physiologischen Standpunkte als die wichtigsten Gallenbestandtheile zu betrachten sind, zeigen folgendes Verhalten:

Ihre Lösungen sowie auch die ihrer Salze haben einen intensiv bitteren Geschmack, md geben mit Schwefelsäure und Zucker versetzt eine intensiv purpur-rothe Flüssigkeit. Man benutzt diese Reaction, um die Gegenwart der Galle in thierischen Flüssigkeiten, im Harn u. dgl., nachzuweisen. Zu diesem Behufe versetzt man die auf Galle zu prüfende Flüssigkeit mit etwas Zuckerlösung, und hierauf vorsichtig, unter Vermeidung zu starker Erhitzung, mit reiner concentrirter Schwefelsäure. Soll die Reaction aber beweisend sein, so muss die gleichzeitige Gegenwart von Albuminaten und Oelsäure ausgeschlossen werden, da diese Stoffe mit Zucker und Schwefelsäure eine ähnliche Reaction geben. Die Natronsalze der Gallensäuren sind in Wasser und in Alkohol löslich. Aus den concentrirten alkoholischen Lösungen derselben werden sie durch Aether gefällt, und der anfangs gewöhnlich pflasterartige Niederschlag verändert sich bei längerem Stehen in Krystalle (krystallisirte Galle).

Die Galle der meisten Wirbelthiere enthält die Natronsalze zweier stickstoffhaltiger Säuren, von welchen die eine schwefelhaltig ist, die andere nicht, und die beide unter der Einwirkung gewisser Agentien in einen stickstoffhaltigen Paarling, und in eine stickstofffreie Säure zerfallen, die bei beiden Säuren identisch ist, während die dabei sich abspaltenden stickstoffhaltigen Substanzen verschieden sind. Die Gallensäuren sind Amidosäuren complexerer Constitution.

Glykocholsäure.

Glykocholsäure: $C_{52}H_{43}NO_{12}$. Haarfeine, farblose, glänzende Nadeln, schwer löslich in kaltem, leicht in kochendem Wasser und in Alkohol, wenig in Aether. Die wässerige Lösung schmeckt anfangs süss, hinterher aber intensiv bitter, und röthet Lackmus. Aus den alkoholischen Lösungen scheidet sie sich beim Verdunsten als harzartige Masse aus. Beim Erhitzen schmilzt sie und wird zersetzt.

Längere Zeit mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, geht sie in Stoffe über, die gleich den Chromogenen die Eigenschaft besitzen, durch Sauerstoffaufnahme aus der Luft sich zu färben. Zuerst entsteht ein rother, dann ein blauer, endlich ein grüner Farbstoff. Diese Farbstoffe in Kali aufgelöst, verhalten sich gegen Salpetersäure wie der natürliche Gallenfarbstoff (s. unten).

Durch Barytwasser spaltet sich die Glykocholsäure in Cholsäure: $C_{48}H_{40}O_{10}$, und Glycin: $C_4H_5NO_4$, wobei 2 Aeq. HO aufgenommen werden.

Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure spaltet sie sich in Choloidinsäure: $C_{48}H_{38}O_8$, und Glycin: $C_4H_5NO_4$.

Die Choloidinsäure ist ihrer Zusammensetzung nach Cholsäure — 2 HO.

Von den neutral reagirenden glykocholsauren Salzen sind die mit alkalischer und alkalisch-erdiger Basis in Wasser und Alkohol leicht löslich, die mit schweren Metalloxyden meist unlöslich.

Das glykocholsaure Natron, dasjenige Salz, welches in der Galle vorkommt, scheidet sich aus alkoholischen Lösungen auf Zusatz von Aether in grossen glänzenden, strahlenförmig-gruppirten Nadeln ab. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VIII. Fig. 5 u. 6.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Glykocholsäure an Natron gebunden ist ein Bestandtheil der Galle vieler Thiere, scheint aber in überwiegender Menge vorzugsweise in der Rindsgalle vorzukommen. Bei den übrigen Säugethieren tritt ihre Menge gegenüber der der Taurocholsäure und anderer eigenthümlicher Säuren sehr zurück. So kommt namentlich in der Galle der Hunde und Schafe, sowie in jener der Fische fast nur Taurochol-

säure vor, während in der Schweine- und Gänsegalle eigenthümliche Säuren nachgewiesen sind.

Taurochol-
säure.

Taurocholsäure: $C_{52} H_{45} N O_{14} S_2$. Weisses, amorphes, hygroskopisches, intensiv bitter schmeckendes Pulver, löslich in Wasser und Weingeist, unlöslich in Aether. Die Lösungen reagiren sauer. Beim Erhitzen und überhaupt leicht zersetzbar.

Mit Barytwasser gekocht zerfällt die Taurocholsäure unter Wasseraufnahme in Cholsäure: $C_{48} H_{40} O_{10}$, und Taurin: $C_4 H_7 N O_6 S_2$, durch Behandlung mit Säuren in Choloidinsäure: $C_{48} H_{38} O_8$, und Taurin.

Die taurocholsauren Salze sind neutral, nur die mit alkalischer Basis sind in Wasser und Alkohol leicht löslich. Längere Zeit mit Aether in Berührung krystallisiren sie. Aus einem Gemenge von glykochol- und taurocholsauren Salzen fällt verdünnte Schwefelsäure nur die Glykocholsäure aus, während die Taurocholsäure aufgelöst bleibt. Durch Bleizucker wird aus einem solchen Gemenge ebenfalls nur die Glykocholsäure gefällt, aus dem Filtrate wird aber die Taurocholsäure durch Bleiessig niedergeschlagen. Auf diesem Verhalten beruhen die Methoden zur Trennung der beiden Säuren.

Glyko- und taurocholsaure Alkalien, sowie sie in der Galle vorkommen, haben ein nicht unbedeutendes Lösungsvermögen für Cholesterin, sie lösen Blutzellen auf, ebenso Eiterzellen, sie haben endlich die Eigenschaft, Fett zu lösen und zu emulsioniren. Durch Fermente werden die glyko- und taurocholsauren Alkalien in ähnlicher Weise zerlegt, wie durch Säuren und Alkalien. Die Glykocholsäure zerfällt durch Fermente in Cholsäure und Glycin, welches letztere weiter in Ammoniak und andere Producte zerlegt wird, — die Taurocholsäure in Cholsäure und Taurin. Die Cholsäure ist bei dieser Zersetzung in einer gewissen Periode durch Choloidinsäure vertreten.

Vorkommen.

Vorkommen. Taurocholsaures Natron ist in der Galle des Rindes, des Menschen und wahrscheinlich auch in den schwefelhaltigen Gallen der Füchse, Bären, Schafe, Hunde, Wölfe, Ziegen, einiger Vögel, Süsswasserfische, Frösche und Schlangen enthalten. Die Galle von Boa anoconda scheint nur taurocholsaures Natron zu führen.

Unter pathologischen Verhältnissen lassen sich geringe Mengen von Gallensäuren im Blute und im Harne nachweisen; das Vorkommen von Galle im Erbrochenen ist viel seltener als man gewöhnlich annimmt, ebenso enthalten die Fäces gewöhnlich nur dann unzersetzte Gallensäuren, wenn die Ingesta den Darmcanal sehr rasch durchlaufen. Am häufigsten hat man sie noch beim Darmcatarrh der Kinder beobachtet. Unter normalen Verhältnissen ist bereits in der Mitte des Dünndarms die Hälfte der in den Darm ergossenen Galle weiter zersetzt, und es enthalten die Excremente nur Spaltungsproducte derselben.

Hyoglyko-
cholsäure.

Hyoglykocholsäure: $C_{54} H_{43} N O_{10}$. Weisse, harzige, in kochendem Wasser schmelzende Masse, leicht in Alkohol, aber nicht in Wasser und Aether löslich. Verhält sich im Uebrigen ähnlich wie die anderen Gallensäuren. Durch Säuren und Alkalien zerfällt sie unter Wasseraufnahme in Hyocholsäure: $C_{50} H_{40} O_8$, und Glycin: $C_4 H_5 N O_4$.

Die hyoglykocholsauren Salze sind amorph. Die hyoglykocholsauren Alkalien sind in Wasser löslich, werden aber aus ihren Lösungen durch concentrirte Salzlösungen gefällt.

Vorkommen. Hyoglykocholsaures Natron ist der Hauptbestandtheil der Schweinegalle, und in anderen Gallen bisher noch nicht aufgefunden. Vorkommen.

Hyotaurocholsäure: $C_{54} H_{45} N O_{12} S_2$? Noch nicht genau studirt. Zerfällt leicht in Hyocholsäure und Taurin, und ist demnach der Taurocholsäure vollkommen analog. Hyotaurocholsäure.

Vorkommen. Hyotaurocholsaures Natron kommt in sehr geringer Menge in der Schweinegalle vor. Vorkommen.

Chenotaurocholsäure: $C_{54} H_{49} N O_{12} S_2$? Noch wenig studirt. Spaltet sich unter Wasseraufnahme leicht in Chenocholsäure: $C_{54} H_{44} O_8$, und Taurin: $C_4 H_7 N O_6 S_2$. Chenotaurocholsäure.

Vorkommen. Das Natronsalz dieser Säure ist ein Bestandtheil der Gänsegalle. Vorkommen.

Spaltungsproducte der Gallensäuren.

Cholsäure: $C_{48} H_{40} O_{10}$. Wasserklare, beim Liegen an der Luft verwitternde tetraëdrische Krystalle von intensiv bitterem, hinterher süsslichem Geschmack, in Wasser wenig, dagegen ziemlich leicht in Alkohol und Aether löslich. Treibt die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien beim Erwärmen aus, und wird beim Erhitzen zersetzt. Ihre Lösungen geben mit Zucker und Schwefelsäure die Gallenreaction. Cholsäure.

Die cholsauren Alkalien sind leicht löslich und krystallisirbar, die übrigen Salze schwer löslich.

Die Cholsäure ist eines der Spaltungsproducte der Glyko- und Taurocholsäure unter der Einwirkung von Säuren, Alkalien und Fermenten.

Mikroskopische Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VIII. Fig. 4.

Vorkommen. Die Cholsäure soll in den normalen menschlichen Excrementen vorkommen; es bedarf aber diese Angabe um so mehr der Bestätigung, als es sich dabei nur um Spuren handelt, und wir eine specifische Reaction auf Cholsäure nicht besitzen. Vorkommen.

Choloidinsäure: $C_{48} H_{38} O_8$. Harzartige, amorphe, in kochendem Wasser schmelzbare Masse, unlöslich in Wasser, wenig löslich in Aether, aber leicht in Alkohol. Ihre Salze sind amorph. Giebt die Gallenreaction. Choloidinsäure.

Die Choloidinsäure entsteht aus der Cholsäure durch Behandlung derselben mit Säuren oder durch Erhitzen bis auf 200° C. Wird auch bei der Fäulniss der Galle gebildet.

Cholsäure und Choloidinsäure geben mit Salpetersäure zahlreiche Oxydationsproducte, unter anderen flüchtige fette Säuren.

Vorkommen. Findet sich im Darminhalte. Vorkommen.

Dyslysin.

Dyslysin: $C_{48} H_{36} O_6$. In Alkohol und Wasser unlöslicher, in Aether wenig löslicher neutraler harzartiger Körper. Entsteht aus der Choloidinsäure unter Wasserverlust. Giebt die Gallenreaction.

Vorkommen.

Vorkommen. Soll im Darminhalte vorkommen. Wenigstens hat man darin nur in Aether lösliche Stoffe nachgewiesen, welche die Gallenreaction geben.

Hyocholsäure.

Hyocholsäure: $C_{50} H_{40} O_8$. Nur schwierig in kleinen Warzen krystallisirende Säure, in Alkohol und Aether löslich; nur mit Alkalien lösliche Salze bildend.

Spaltungsproduct der Hyo-glyko- und Hyo-Taurocholsäure.

Chenocholsäure

Chenocholsäure: $C_{54} H_{44} O_8$. Schwierig krystallisirbare, in Wasser und Aether wenig lösliche Säure. Die Salze mit alkalischer Basis in Wasser löslich. Das Barytsalz krystallisirbar.

Spaltungsproduct der Chenotaurocholsäure.

Glycin.

Glycin: $C_4 H_5 N O_4$ (Amidoessigsäure). Grosse, farblose, durchsichtige Krystalle des monoklinometrischen Systems, luftbeständig, von deutlich süssem Geschmack, bei 178° C. schmelzend, in höherer Temperatur sich zersetzend. In Wasser und verdünntem Weingeist löslich, unlöslich in absolutem Alkohol und Aether. Die wässerige Lösung reagirt neutral.

Verbindet sich mit Basen, Säuren und Salzen. Durch salpetrige Säure wird es in Glycolsäure: $C_4 H_4 O_6$, Wasser und Stickstoff zerlegt, durch Aetzbaryt geht es in Kohlensäure, Methylamin und Ammoniak über.

Wird Glycin mit concentrirter Kalilauge erhitzt, so nimmt die Flüssigkeit unter Entwickelung von Ammoniak eine feuerrothe Färbung an, die bei fortgesetztem Erwärmen wieder verschwindet.

Wird eine ganz geringe Menge Glycin zu einer Kupfervitriollösung gebracht, so bewirkt Kali keine Fällung, und die Flüssigkeit nimmt eine lasurblaue Färbung an; beim Erhitzen scheidet sich kein Kupferoxydul ab. Kocht man eine Leimzuckerlösung mit Kupferoxyd, so löst sich dieses zu einer blauen Flüssigkeit, welche beim Erkalten Krystalle absetzt.

Mikroskopische Abbildungen des Glycins bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 1.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Glycin ist als solches im thierischen Organismus noch nicht aufgefunden, so nahe es liegt, seine Gegenwart vorauszusetzen. In gepaarter Verbindung mit Cholsäure bildet es, wie oben gezeigt wurde, die Glykocholsäure, mit Hyocholsäure die Hyoglykocholsäure, mit Benzoësäure die Hippursäure. Es tritt ausserdem bei mannigfachen Zersetzungsvorgängen thierischer Materien auf, so bei der Zersetzung des Leims durch Mineralsäuren und Alkalien, des Badeschwamms (Spongia) mit Schwefelsäure, und bei der Zersetzung der Glykocholsäure, Hyoglykocholsäure und Hippursäure.

Taurin.

Taurin: $C_4 H_7 N O_6 S_2$. Grosse, säulenförmige Krystalle des monoklinometrischen Systems, glasglänzend und luftbeständig, ohne Reaction und Geschmack, in kaltem Wasser schwer, in heissem leicht löslich, in Alkohol und Aether unlöslich. Wird beim Erhitzen unter Entwickelung von schwefliger Säure zersetzt. Wird es mit kohlensaurem Natron geglüht, so erhält man eine Masse, die mit Säuren Schwefelwasserstoff entwickelt.

Durch Kali wird es in Ammoniak, schwefligsaures und essigsaures Kali verwandelt.

Mikroskopische Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. V. Fig. 1.

Vorkommen. Als Zersetzungsproduct der Galle, d. h. der Taurocholsäure, Hyotaurocholsäure und Chenotaurocholsäure, tritt das Taurin im Darminhalte und in den Excrementen auf; es wurde aber ausserdem im Blute, in Transsudaten, im Harne zuweilen bei Icterus, in den Muskeln des Dintenfisches, in den Molluskenmuskeln, in den Organen verschiedener Plagiostomen, im Schliessmuskel der Auster, in den Nieren und im Lungengewebe verschiedener höherer Säugethiere aufgefunden. Aus der Taurocholsäure entsteht es durch Behandlung derselben oder der Galle selbst mit Säuren und bei der Fäulniss. Aehnlich wie Taurocholsäure verhalten sich Hyo- und Chenotaurocholsäure. Vorkommen.

Es erscheint am passendsten, hier anhangsweise auch die

Lithofellinsäure: $C_{40}H_{36}O_8$, abzuhandeln, da sie ebenfalls sehr wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct der Gallensäuren ist. Diese Säure krystallisirt in farblosen, kleinen sechsseitigen Prismen, ist unlöslich in Wasser, dagegen löslich in Alkohol, schmeckt bitter, und zersetzt sich beim Erhitzen, nachdem sie zuerst geschmolzen ist. Mit Zucker und Schwefelsäure giebt sie die Reaction der Gallensäuren. Die Salze mit alkalischer Base sind in Wasser löslich. Lithofellinsäure.

Vorkommen. Die Lithofellinsäure ist ein Bestandtheil gewisser orientalischer Bezoare. Unter dieser Bezeichnung werden verschiedene Concretionen aus den Pansen gewisser Wiederkäuer verstanden. Die orientalischen Bezoare sollen von Capra aegagrus und Antilope Dorias stammen. Vorkommen.

Zustände der Gallensäuren im Organismus. Die Gallensäuren sind in der Galle als Alkalisalze, und zwar meist als Natronsalze in Lösung. Da diese Salze in Wasser löslich sind, so bedarf ihr Gelöstsein in der Galle keiner besonderen Erklärung. Auch jene geringen Mengen von Gallensäuren, die unter pathologischen Verhältnissen in anderen Se- und Excreten gefunden werden, kommen in gleicher Verbindung darin gelöst vor. Interessant ist es, dass die Galle der Seefische Kali als Basis ihrer Salze enthält, während bei den Landthieren die in der Galle enthaltenen Säuren an Natron gebunden erscheinen. — Von den Spaltungsproducten der Galle kommt das Taurin jedenfalls in Lösung vor, Choloidinsäure und Dyslysin dagegen, die im Darminhalt auftreten, finden sich in dem in Wasser unlöslichen Theile desselben. Zustände der Gallensäuren im Organismus.

Abstammung der Gallensäuren. Die Gallensäuren, sowie die Bestandtheile der Galle, insofern sie überhaupt organische sind, werden erst im Organismus gebildet, und zwar sprechen die gewichtigsten Gründe dafür, dass die Bildung derselben nicht schon im Blute, sondern erst in der Leber erfolge, die demnach nicht etwa als ein bloss ausscheidendes, sondern als wirklich gallenbereitendes Organ erscheint. Ein sehr wich- Abstammung der Gallensäuren.

tiger experimenteller Beweis hierfür ist durch die Versuche von J. Müller und Kunde, sowie durch jene von Moleschott geliefert, welche ergaben, dass nach Exstirpation der Leber weder Icterus eintritt, noch sich die Gallensäuren und Gallenfarbstoffe im Blute nachweisen lassen, und ebensowenig in der Lymphe, im Harne und in den Muskeln. Zu demselben Schlusse gelangt man aber auch durch ein genaueres Studium des anatomischen und histologischen Charakters der Leber und Leberzellen, die es in hohem Grade wahrscheinlich machen, dass das in die Leber eintretende Blut hier erst zur Galle verarbeitet werde. Von nicht zu verkennender Bedeutung für die Function der Leber sind die Verhältnisse der Blutcirculation in diesem Organe. Nicht nur ergiebt sich aus einer Betrachtung derselben, dass der Blutumlauf nothwendig ein langsamer sein muss, sondern auch die Beschaffenheit des Blutes ist hier eine eigenthümliche; indem die Pfortader den grössten Theil des aus dem Magen, dem Darmcanal, dem Mesenterium, sowie des aus Pancreas und Milz abstammenden venösen Blutes aufnimmt, wird der Leber eine reichliche Menge Fett zugeführt, aber dieses Fett muss in derselben eine theilweise Verwendung finden, denn das aus der Leber abstammende Blut: das Lebervenenblut, ist viel ärmer an Fett, wie das Pfortaderblut. Berücksichtigt man endlich weitere Verschiedenheiten dieser beiden Blutarten: das Fehlen des Faserstoffs im Lebervenenblute, welches freilich von anderen Seiten in Abrede gestellt wird, dagegen den nicht unbeträchtlichen Zuckergehalt desselben, während mit dem Pfortaderblute der Leber so gut wie gar kein Zucker zugeführt wird, sowie den Umstand, dass ausser Zucker die Leber auch ein anderes Kohlehydrat: das Glykogen enthält, so kommt man zu folgenden Schlüssen: In der Leber findet ein ihr eigenthümlicher Stoffwechsel statt, es verschwindet in ihr ein Theil des ihr zugeführten Fettes und des Faserstoffs des Blutes, dagegen tritt Zucker und ein anderes Zucker gebendes Kohlehydrat, und es treten die Bestandtheile der Galle darin auf, die im Blute nicht nachgewiesen werden können. Es ist daher wahrscheinlich, dass Faserstoff, Fett und andere Stoffe des Blutes zur Gallenbildung verwendet werden, es ist aber gewiss, dass letztere in der Leber selbst erfolgt. Die Zuckerbildung ist möglicherweise ein Nebenproduct der Gallenbereitung, entstanden durch Abspaltung aus einem noch zu ermittelnden Atomcomplexe. Dass mit der Gallenbereitung in der Leber zugleich eine Blutverjüngung nebenher gehe, hat man aus verschiedenen histologischen Beobachtungen und namentlich aus der Thatsache erschlossen, dass das Lebervenenblut eine viel grössere Anzahl farbloser Blutzellen führt, wie das Pfortaderblut.

Sie werden in der Leber gebildet.

Auch pathologische Verhältnisse hat man für die Gallenbildung in der Leber geltend gemacht. Bei Erkrankung des Leberparenchyms: bei Fett- und Speckleber, bei der Lebertuberculose, der einfachen und rothen Leberatrophie, bei granulirter Leber und bei Hepatitis kommt Icterus selten vor. Würde die Galle im Blute gebildet, so sollte man denken, dass durch die parenchymatöse Erkrankung des filtrirenden Organs der

Uebertritt der Galle aus dem Blute in die Leber gehindert werden, und dadurch Icterus entstehen müsste, ähnlich wie bei Verschliessung der Gallenwege Icterus entsteht.

Nach allem Diesem kann die Bildung der Galle und damit auch der Gallensäuren in der Leber als eine zweifellose Thatsache angesehen werden, und es ist mindestens sehr wahrscheinlich, dass das Material dazu vom Pfortaderblute geliefert wird. Fragen wir uns aber nun über den näheren Modus der Bildung der Gallensäuren, so gelangen wir sofort auf das bedenkliche Gebiet der Hypothese. Sehen wir vorläufig ganz ab von der Constitution der Gallensäuren, und erwägen wir mit Berücksichtigung des vorhandenen Materials die Möglichkeiten, so sprechen zahlreiche physiologische und pathologische Erfahrungen für eine Betheiligung des Fettes bei der Bildung der Gallensäuren. Dafür sprechen: der Reichthum des Pfortaderblutes an Fett (vgl. oben); die von Bidder und Schmidt gemachten Beobachtungen, wornach sich die Gallenabsonderung bei hungernden Thieren täglich fast in derselben Proportion vermindert, in welcher das Fett im Körper schwindet; — statistische von denselben Beobachtern angestellte Berechnungen haben an Thieren die Mengen von Kohlensäure festzustellen versucht, die in der Lungenexhalation als Oxydationsproduct der Fette auftreten, und dann gefunden, dass bei mit Gallenfisteln versehenen Thieren, bei welchen demnach die Galle nach aussen abfloss, eine gewisse Menge Kohlensäure in der Lungenexhalation fehlte, die demnach derjenigen entsprechen musste, die zur Gallenbildung verwendet wurde. Aus den Versuchen von Bidder und Schmidt ergiebt sich ferner, dass bei reicher Zufuhr von Albuminaten diese früher oxydirt werden, als die daneben aufgenommenen oder im Körper abgelagerten Fette. Würde die Galle durch alleinige Spaltung der Albuminate gebildet, so dürfte die Fettmasse mit Gallenfisteln versehener Hunde nicht abnehmen, während die Erfahrung das Gegentheil ergab. Zu demselben Resultate gelangten die beiden genannten Forscher durch Berechnung der zur Bildung der Gallensäuren nöthigen Kohlenstoffmengen, verglichen mit dem Kohlenstoffgehalte des in der Form von Albuminaten und Fetten dem Körper des Thieres zugeführten Nahrungsmaterials, wobei sich ein Verlust von Körperfett zur Bildung der nach aussen abfliessenden Galle verwendet als nothwendig herausstellte —; endlich sprechen dafür mehrere pathologische Verhältnisse. Die Erfahrung lehrt, dass in Krankheiten die Verminderung oder Vermehrung des Fetts immer in umgekehrtem Verhältnisse zur Gallenabsonderung steht. Polycholie ist mit rascher Abmagerung verbunden. In acuten und chronischen Krankheiten der Leber sammelt sich das Fett entweder bloss im Blute, oder im Blute und Zellgewebe an. So wurde von mehreren Beobachtern: Stewart Trail, Lecanu, Becquerel u. Rodier und Lehmann der Fettgehalt des Blutes bei Leberentzündungen, Icterus, und bei mit Leberleiden combinirtem Diabetes übereinstimmend bedeutend vermehrt gefunden.

Gründe für eine Betheiligung der Fette bei der Bildung der Gallensäuren.

Wenn auch nicht alle für die Betheiligung der Fette bei der Bildung der Gallensäuren beigebrachten Gründe von gleichem Werthe sind, und zum Theil selbst nur als Folgerungen an und für sich sehr schwankender Prämissen erscheinen, so machen sie doch eine Rolle der Fette bei der Bildung der Galle mindestens höchst wahrscheinlich; aber damit ist die Frage natürlich noch keineswegs gelöst; denn nimmt man auch als bewiesen an, dass Fette und Albuminate bei der Bildung der Galle concurriren, was übrigens noch keineswegs strict bewiesen ist, so entsteht immerhin die weitere Frage, in welcher Weise sich Albuminate und Fette dabei betheiligen. Wäre es gelungen, aus Fetten unter Mitwirkung von Albuminaten Gallensäuren künstlich zu erzeugen, so wäre die Frage freilich gelöst; allein diess ist nicht nur allein nicht der Fall, sondern es fehlen uns alle chemischen Thatsachen, die eine Beziehung zwischen Gallensäuren einerseits, und Fetten und Albuminaten anderseits vom Standpunkte ihrer Constitution rechtfertigen würden. Wenn wir eine bestimmte Ansicht über die Constitution der Cholsäure, als des den Gallensäuren gemeinsamen stickstofffreien Paarlings gewonnen, was leider keineswegs der Fall ist, und wir gute chemische Gründe hätten, sie in Beziehung zu den Fetten zu bringen, so würde es sich immer noch darum handeln, die Bildung der stickstoffhaltigen Paarlinge: des Glycins und Taurins, zu erklären. Bei dem Fehlen so vieler Prämissen sind Hypothesen, wenngleich an und für sich von zweifelhaftem Werthe, doch insofern nicht ohne Wichtigkeit, als sie Untersuchungen anzuregen, und dadurch für den Fall selbst, dass sie sich nicht bewähren, die Wahrheit zu Tage fördern zu helfen geeignet sind. Von diesem Standpunkte aus ist die Hypothese Lehmann's jedenfalls sehr bemerkenswerth und darf nicht mit Stillschweigen übergangen werden.

Hypothese von Lehmann.

Lehmann schliesst aus der Thatsache, dass die Cholsäure bei der Behandlung mit Salpetersäure flüchtige Fettsäuren, Caprin- und Caprylsäure sowie Cholesterinsäure, und bei der Behandlung mit Kalihydrat Palmitinsäure, Propionsäure, Essigsäure und Ameisensäure liefert, dass eine Beziehung zwischen der Oelsäure und der Cholsäure bestehen müsse, etwa in der Art, dass die Cholsäure mit einem der Cholesterinsäure polymeren Kohlehydrat gepaarte Oelsäure sei, also $C_{36}\,H_{34}\,O_4 \,.\, C_{12}\,H_6\,O_6$, oder dass im Radical der Oelsäure der Wasserstoff zum Theil durch mehratomige Radicale vertreten wäre, und stellt auf Grundlage dieser und der physiologischen Prämissen die Hypothese auf, dass das flüssige, an Oelsäure reiche Fett des Pfortaderblutes zur Bildung der Cholsäure verwendet werde, während die stickstoffhaltigen Paarlinge: Glycin und Taurin, aus dem Zerfall der Albuminate hervorgingen, wobei möglicherweise der Schwefel des in der Leber untergehenden Fibrins des Pfortaderblutes zur Verwendung käme. Der Kern dieser Hypothese ist die Annahme, dass die Cholsäure eine gepaarte Oelsäure sei. Allein für diese Annahme fehlen stricte Beweise, und es ist überhaupt die Constitution der Chol-

säure noch unaufgeklärt. Dass bei der Behandlung der Cholsäure mit Salpetersäure flüchtige Fettsäuren auftreten, kann unmöglich als Beweis für obige Annahme gelten, da zahlreiche organische Verbindungen sich ähnlich verhalten. Bedeutungsvoller wäre es, wenn Cholsäure bei der Behandlung mit Kalihydrat wirklich Palmitinsäure, Propionsäure u. s. w. gäbe, allein diese Angabe Lehmann's bedarf jedenfalls weiterer Bestätigung, um so mehr, als sie in keines der vollständigeren Lehr- und Handbücher der organischen Chemie übergegangen, und ein Gewährsmann nicht angegeben ist. Aber gesetzt selbst, die Cholsäure wäre wirklich eine gepaarte Oelsäure, und dadurch die Mitwirkung des Fetts bei der Bildung der Galle bewiesen, so bliebe immer noch die Bildung der stickstoffhaltigen Paarlinge unaufgeklärt. Wir können uns die Bildung der Cholsäure von jener ihrer Paarlinge nicht wohl getrennt erfolgend denken, etwa in der Art, dass die Cholsäure in der Leber, und Glycin und Taurin „irgendwo“ anders erzeugt würden, dagegen sprechen in Betreff des Glycins auch die weiter unten zu erwähnenden Versuche von Kühne und Hallwachs über die Genesis der Hippursäure, — anderseits aber hat man in neuerer Zeit Taurin in den verschiedensten Organen, die mit der Leber nichts zu schaffen haben, nachgewiesen. Dass das Glycin aus dem Zerfalle von Albuminaten hervorgehe, ist möglich, findet aber in dem Verhalten der Albuminate ausserhalb des Organismus keine Stütze, denn es ist bisher noch nicht gelungen, aus wirklichen Albuminaten Glycin zu erzeugen, wohl aber erhält man es bekanntlich aus Leim und der Substanz des Badeschwamms. Noch weniger chemische Anhaltspunkte hat man für eine Bildung des Taurins aus Albuminaten, so dass die Meinung, es möge der Schwefel des in der Leber verschwindenden Blutfibrins zur Bildung des Taurins Verwendung finden, einer wissenschaftlichen Begründung gänzlich entbehrt. Interessant bleibt es jedenfalls, dass nach den Versuchen von Schottin Fibrin in Berührung mit Leberzellen und Traubenzucker sich ziemlich rasch auflöst und in eine opalisirende Flüssigkeit verwandelt. Es ist überhaupt sehr fraglich, ob wir uns die Bildung der Gallensäuren aus der Vereinigung zweier Factoren: der Cholsäure und des Glycins und Taurins, erfolgend zu denken haben, denn aus dem Zerfalle der Gallensäuren in Cholsäure einerseits, und Glycin oder Taurin unter Wasseraufnahme anderseits folgt noch keineswegs derselbe Weg der Bildung, ja es fehlt dafür auch jeder experimentelle Beweis; ausserhalb des Organismus vermögen wir Cholsäure mit Glycin in keiner Weise zu Glykocholsäure zu vereinigen, ja wir dürfen es keineswegs als Regel ansehen, dass sogenannte gepaarte Körper aus den Stoffen zusammengesetzt werden können, in welche sie zerfallen.

In der Lehmann'schen Hypothese haben wir nach dem Gesagten keineswegs einen auch nur ungefähren Ausdruck eines wirklichen Vorgangs zu sehen, sondern einfach einen Versuch, sich mit Benutzung des vorhandenen, aber leider spärlichen und theilweise unsicheren Materials ein in allgemeinen Umrissen bestehendes Bild der möglichen Vorgänge

in der Idee zu gestalten. Ideen aber regen immer zu Forschungen an, jede Hypothese ist eine kategorische Aufforderung, sie durch das Experiment zu prüfen, und von diesem Standpunkte aus können sie für die Entwickelung der Wissenschaft sehr fruchtbringend werden, gleichgültig, ob sie die Probe des Experiments bestehen oder nicht, denn negatives Wissen ist auch Wissen.

Hypothese von Schmidt.

Eine nicht minder erwähnenswerthe Hypothese hat C. Schmidt aufgestellt. Er macht bemerklich, dass Galle und Zucker möglicherweise intermediäre Oxydationsproducte in den Kreislauf aufgenommenen und hier zerlegten Fettes wären, indem aus Fettsäuren und Glycerin sich Zucker und Cholsäure bilden könnten. Denkt man sich nämlich im Glycerin $C_6 H_8 O_6 - HO = C_6 H_7 O_5$ $^1/_7$ H durch O substituirt, so erhält man den einfachsten Ausdruck für die Formel des Krümelzuckers $= C_6 H_6 O_6$; und wenn man die Fettsäuren mit dem Kohlenstofffactor 48 annimmt und sich darin 7 H durch 7 O ersetzt denkt, so erhält man die Formel der Cholsäure:

$$\text{Fettsäure} = C_{48} H_{40} \left\{ \begin{matrix} O_3 \\ H_7 \end{matrix} \right. \qquad \text{Cholsäure} = C_{48} H_{40} \left\{ \begin{matrix} O_3 \\ O_7 \end{matrix} \right.$$

Das Glycin lässt Schmidt aus der Substanz der Fettzellwand, sonach aus leimgebendem Bindegewebe entstehen. Bewiesen ist auch hier nichts, ausser durch die neuesten Untersuchungen, dass man aus Glycerin Alkohol erhalten, dass es demnach in der That in Zucker übergehen könne. Die Schmidt'sche Anschauung würde übrigens die Bildung von Zucker in der Leber erklären.

Endlich haben Frerichs und Städeler den Gedanken ausgesprochen, dass die Cholsäure eine gepaarte Säure sein möge, von einer mit der Ricinölsäure homologen Säure, $C_{34} H_{32} O_6$, und Saligenin, $C_{14} H_8 O_4$.

Das Resumé aller dieser Betrachtungen ist wenig tröstlich; es lautet dahin, dass die Bildung der Gallensäuren eine noch ungelöste Frage und daher ein Problem der Zukunft ist.

Umwandlungen im Organismus und Austritt.

Umwandlungen der Gallensäuren im Organismus und Austritt derselben. Unter normalen Verhältnissen finden sich die Gallensäuren in den Excreten nicht wieder. Zwar sind im Darminhalt Taurin, Choloidinsäure und Dyslysin nachgewiesen, allein diese Stoffe sind bekanntlich Zersetzungsproducte der Gallensäuren, und liefern den Beweis, dass die Galle, sobald sie in den Darm gelangt, alsbald zersetzt wird. Lehmann giebt zwar an (Handb. d. phys. Chem. S. 69), dass die normalen Excremente geringe Mengen unzersetzter Glykocholsäure und Cholsäure enthalten, allein diese Angabe ist weder näher begründet, noch ein Gewährsmann dafür angegeben, sie steht endlich sogar im Widerspruch mit einer anderen Angabe desselben Chemikers (Zoochemie S. 95), wonach er im Dickdarm und in den festen Excrementen stets nur noch in Aether lösliche Substanzen, demnach weder Cholsäure noch Choloidinsäure auffinden konnte. Aus den genauen Versuchen von Bidder und Schmidt

geht übrigens hervor, dass bereits im Dünndarm der grösste Theil der Galle zerlegt wird, und dass jedenfalls nur ein kleiner Bruchtheil der Zerlegungsproducte durch den Darm austritt. Die Galle verschwindet daher grösstentheils im Organismus, sie muss wieder resorbirt werden. Diese Ansicht, welche Liebig schon vor einer Reihe von Jahren unter grossem Widerspruche zuerst aufgestellt und, bei einer viel spärlicheren Grundlage von Thatsachen, durch seine wunderbare Combinationsgabe und seinen Scharfsinn als die richtige vertheidigt hat, kann jetzt als bewiesen gelten, und Alles, was man bis auf unsere Tage dagegen vorzubringen versuchte, konnte genaueren Untersuchungen gegenüber nicht Stand halten. Bidder und Schmidt, Nasse, Kölliker und H. Müller überzeugten sich, dass mit Gallenfisteln versehene Hunde zur Erhaltung ihres Körpergewichts weit mehr Nahrung bedürfen, aber die schlagendsten Beweise für die Richtigkeit der Liebig'schen Ansicht hat C. Schmidt durch eine Reihe umsichtig angestellter Versuche geliefert. Diese Versuche ergaben, dass bei mit Gallenfisteln versehenen Hunden, deren in einem gegebenen Zeitraume abfliessende Gallenmenge, und die darin enthaltenen Gewichtsmengen von Kohlenstoff u. s. w. genau bestimmt waren, die durch die Galle entzogene Kohlenstoffmenge in den Respirationsausgaben fehlte, d. h. die exspirirte Kohlensäure annähernd um den Betrag vermindert war, der dem mit der Galle nach aussen geführten Kohlenstoff entsprach; ebenso fand Schmidt auch den durch die Galle austretenden Wasserstoff in den Respirationsausgaben fehlen, und dem durch den Abfluss der Galle gesetzten Stickstoffverlust entsprechend beobachtete er eine Abnahme des Harnstoffs im Harn. Zu demselben Resultate, dass nämlich ein grosser Theil der Galle schon vom Darme aus resorbirt werde, kamen Schmidt und Schellbach durch eine genauere Untersuchung des Darminhaltes und der Fäces. Die Beobachtungen von Kühne, welche als Grund für die gegentheilige Ansicht angeführt werden, wornach Gallensäuren ins Blut injicirt, im Harne wieder erscheinen, sind durch genaue unter Städeler's Leitung von Neukomm ausgeführte Versuche widerlegt, und wenn endlich Lehmann, um die Unwahrscheinlichkeit, dass selbst geringe Mengen von Gallensäuren im Blute oxydirt werden können, darzulegen, sich auf meine Versuche bezieht, denen zu Folge Gallensäuren durch ozonisirte Luft keine Veränderung erleiden, so hat er dabei ausser Acht gelassen, dass es sich im Blute um Oxydationen bei Gegenwart von freiem Alkali handelt, und ich schon damals gefunden hatte, dass Substanzen, welche in neutralen Lösungen durch Ozon gar nicht verändert werden, in alkalischer sich ganz anders verhalten. Neuere von mir angestellte und demnächst zu veröffentlichende Versuche zeigen aber, dass in der That die Gallensäuren in alkalischer Lösung durch Ozon geradezu verbrannt werden.

Resorption der Galle.

Wir kennen die Zwischenproducte, welche sich bei der Oxydation der Gallensäuren im Blute bilden könnten, nicht, wir wissen daher nur so viel, dass endgültig der resorbirte Antheil der Galle in Kohlensäure,

Wasser, Ammoniak und Schwefelsäure übergeführt wird, und dass der nicht zur Resorption gelangende Antheil derselben im Darme Zersetzungen erleidet, und in Taurin, Choloidinsäure und Dyslysin verwandelt durch den Darm den Körper verlässt.

In jüngster Zeit hat man auf Grund der Beobachtung, dass die Gallensäuren durch concentrirte Schwefelsäure in Chromogene übergehen die sich in Farbstoffe von ganz ähnlichen Eigenschaften wie die Gallenfarbstoffe verwandeln, die Vermuthung ausgesprochen, dass die Gallensäuren sich in Gallenfarbstoff umwandeln können. Man hat zwar (Frerichs, Kühne, Neukomm) in der That gefunden, dass nach Injection von Gallensäuren ins Blut im Harn zuweilen Gallenfarbstoff auftrat allein die Ausnahmen sind anderseits so zahlreich, dass es scheint, als könne diese Umwandlung nur unter Zusammentreffen besonders günstiger Umstände stattfinden.

Ueber Abstammung und Verwandlungen des in den Molluskenmuskeln und mehreren anderen thierischen Geweben vorkommenden Taurins wissen wir nichts.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Gallensäuren fällt mit jener der Galle zusammen und wird daher weiter unten erst besprochen werden; die physiologische Bedeutung des in gewissen Geweben isolirt vorkommenden Taurins ist unbekannt.

Literatur: Der Wichtigkeit der Fragen über Bildung und Verwandlungen der Galle halber stellen wir für Jene, welche sich über die Sachlage ein eigenes Urtheil bilden und Studien darüber machen wollen, die wichtigste Literatur zusammen.

Liebig: Thierchemie. S. 69 u. ff. — Lehmann: Lehrb. der physiol. Chem. 2te Aufl. Bd. I, 251. II, 74 u. ff. 102. — Derselbe: Zoochemie. 1858. S. 59 u. ff. — Derselbe: Handb. d. phys. Chemie. 1859. S. 69. 264. — Donders: Physiologie. 1856. I, 238. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte und Stoffwechsel. 54. 237 u. an versch. Stellen. — C. Schmidt: Charakteristik d epid. Cholera. 1850. S. 163. — Schellbach: De bilis functione ope fistulae vesicae felleae indagata. Dissert. Dorpati. 1850. — Kunde: De hepatis ranar. exstirpatione. Berol. 1850. — Meckel: Müller's Arch. 1846. — Leidy: American Journ. of the med. science. Jan. 1848. — Moleschott: Arch. f. physiol. Heilkunde. XI, 479. — Nasse: Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia et indole. Progr. Marburgi. 1851. — Fr. Arnold: Zur Physiol. der Galle. 1854. — Kölliker u. H. Müller: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. V, 222 u. 2ter Bericht über die 18$^{54}/_{55}$ in der physiol. Anst. der Universität Würzburg angest. Versuche. 1856. — Schottin: Arch. für physiol. Heilkunde. 2te R. II, 336. — Frerichs u. Städeler: Mittheil. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. IV, 100. — W. Kühne: Virchow's Arch. XIV, 310. — Neukomm: Mittheilungen der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. März 1860.

b. Gallenfarbstoffe.

Man unterscheidet drei Modificationen des Gallenfarbstoffes: Cholepyrrhin, Bilifulvin und Biliverdin.

Cholepyrrhin (Biliphaein) von Berzelius und Heintz.

Unter dieser Bezeichnung versteht man einen braunen Farbstoff der Galle, für lessen Reindarstellung dasselbe gilt, was von der Reindarstellung des Hämatins gesagt vurde, es fehlt auch hier alle und jede Garantie, dass der nach einer sehr umständ-ichen Methode dargestellte Farbstoff mit dem in der Galle enthaltenen und dieselbe raun färbenden wirklich identisch ist. Cholepyrrhin.

So wie man das Cholepyrrhin bisher erhalten hat, bildet es frisch gefällt einen raunen, amorphen, flockigen Niederschlag, der getrocknet eine dunkelbraune, etwas ns Olivengrüne ziehende zusammenhängende Masse darstellt. Verbrennt auf Platin-lech ohne Rückstand, ist in Wasser kaum löslich, vollständig unlöslich in kalkhal-igem, löst sich aber in kochendem Alkohol. Die braune alkoholische Lö-ung färbt sich, der Luft ausgesetzt, allmählich grün. In kaustischen nd kohlensauren Alkalien löst sich das Cholepyrrhin mit gelbbrauner Farbe, auch n Ammoniak ist es löslich, die ammoniakalische Lösung wird durch Chlorbaryum nd Clorcalcium gefällt. Die Lösung in weingeistigem verdünnten Kali färbt sich nit Salzsäure angesäuert schön grün, auf tropfenweisen Zusatz von salpetersäure ändert sich die Farbe in ein schönes Blau. Eigenschaften.

In wässerigen alkalischen Lösungen des Cholepyrrhins ruft Zusatz von Salpe-ersäure, die salpetrige Säure enthält, oder ein Gemisch von reiner con-entrirter Salpetersäure und Schwefelsäure zuerst eine grüne, dann laue, dann violette, dann rothe und endlich gelbe Färbung hervor. Diese Reaction ist sehr empfindlich, und dient zum Nachweise des Gallenfarbstoffs in gal-enfarbstoffhaltigen Flüssigkeiten, icterischem Harn u. dgl. Nach der Analyse von Ieintz enthält das Cholepyrrhin in 100 Theilen: Kohlenstoff 61,94, Wasserstoff 5,80, tickstoff 9,03, Sauerstoff 23,23.

Bilifulvin von Berzelius.

Die rothgelbe Modification des Gallenfarbstoffes, von Berzelius aus Fel tauri nspissatum erhalten, und daher möglicherweise ein Zersetzungsproduct. Bilifulvin von Berzelius.

Getrocknet, glänzend brandgelbe, in Alkohol und Aether unlösliche Masse. In Vasser leicht löslich. Die Lösung reagirt sauer. Das Bilifulvin hat den Charakter iner schwachen Säure und geht mit Basen Verbindungen ein. Auf Platinblech er-itzt, verbrennt es unter Hinterlassung einer aus kohlensaurem Natron und kohlen-aurem Kalk bestehenden Asche.

Nach der Angabe von Berzelius hätte er diesen Farbstoff einmal krystalli-irt erhalten.

Bilifulvin von Virchow und Valentiner.

Dieser Farbstoff scheint chemisch mit dem Cholepyrrhin von Berzelius iden-isch zu sein, wofür seine Farbe und die charakteristischen Farbenveränderungen durch salpetersäure sprechen. Virchow hat ihn theils in amorphen Körnchen abgelagert, heils krystallisirt in der Galle von Leichen nach längerer Retention der Galle in der Blase, und bei Blasencatarrh gefunden. Valentiner aber hat gezeigt, dass man lurch Behandlung von Galle, icterischen Flüssigkeiten und Geweben, endlich von igmenthaltigen Gallensteinen mit Chloroform den Farbstoff in Lösung bekommt, nd derselbe sich beim Verdunsten dieser Lösung in Krystallen ausscheidet. Bilifulvin von Virchow u. Valentiner.

Die aus krankhafter Galle sich freiwillig ausscheidenden Bilifulvinkrystalle Virchow's stellen unter dem Mikroskop entweder feine Nadeln dar, zuweilen sternför-nig gruppirt, oder knollige, braune, wurstförmige Massen, die aus aufeinander liegen-

den Kryställchen zu bestehen scheinen. Wo diess besonders deutlich wird, gehen diese wurstförmigen Massen in Stäbchen in Zickzackform über. Das Bilifulvin Valentiner's, durch Schütteln farbstoffhaltiger Objecte mit Chloroform, und Verdunstenlassen des letzteren dargestellt, wird in Krystallen erhalten, welche in jeder Beziehung vollkommen denen des Hämatoidins gleichen. Die Krystalle gehören dem monoklinometrischen Systeme an, und erscheinen entweder in gypsähnlichen Prismen und Nadeln, oder rhomboederähnlichen Tafeln. Die Krystalle sind stark lichtbrechend, durchsichtig, von gelbrother, rother, oder rubinrother Farbe. Neben diesen Krystallen bilden sich häufig dunkelrubinroth gefärbte streifige Massen, und undeutlich krystallinische Efflorescenzen.

Die Chloroformlösung der Krystalle giebt mit Salpetersäure die charakteristische Gallenfarbstoffreaction. In Glycerin, Benzol, Alkohol, Aether, Holzgeist und ätherischen Oelen ist das Bilifulvin Valentiner's unlöslich, löslich dagegen in Alkalien und in Seifenlösungen. Auch in alkalischer Lösung giebt es mit Salpetersäure den intensivsten Farbenwechsel. Valentiner hält sein Bilifulvin für identisch mit dem Hämatoidin (vergl. unten). Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IX. Fig. 3.

Biliverdin von Berzelius.

Biliverdin von Berzelius.

Von Berzelius aus Rindsgalle dargestellt, indem er den Abdampfungsrückstand derselben in Alkohol löste, die Lösung mit Chlorbaryum fällte, und den gut ausgewaschenen Niederschlag durch Salzsäure zersetzte. Der abgeschiedene Farbstoff wurde mit Wasser und Aether gewaschen, noch einmal in Alkohol gelöst, und die Lösung der freiwilligen Verdunstung überlassen.

So dargestellt ist das Biliverdin grünbraun, lässt sich pulvern, schmilzt in der Hitze nicht, giebt bei der trockenen Destillation keine (?) ammoniakalischen Producte, ist unlöslich in Wasser, schwerlöslich in Alkohol und Aether, löst sich aber in kaustischen und kohlensauren Alkalien mit grüner Farbe. Säuren fällen es aus dieser Lösung in dunkelgrünen Flocken. Die concentrirte alkoholische Lösung ist bei durchfallendem Lichte fast roth, die ätherische Lösung hat eine tiefrothe Färbung. Auch in Schwefelsäure und Salzsäure ist das Pigment mit schön grüner Farbe löslich. Salpetersäure führt seine Farbe in Gelb über.

Ein Biliverdin von annähernden Eigenschaften haben aus Galle, Gallensteinen und icterischem Harn Simon, Platner, Schmid, Hein und Scherer dargestellt. Das von Scherer dargestellte gab mit Salpetersäure die charakteristischen Farbenveränderungen des Cholepyrrhins. Doch zeigen alle diese Biliverdine unter sich nicht unbeträchtliche Differenzen.

Biliverdin von Heintz.

Biliverdin von Heintz.

Wurde erhalten, indem man gefärbte Gallensteine mit Alkohol und Aether so lange auskochte, als noch etwas gelöst wurde, das rückständige dunkelbraune Pulver mit Salzsäure behandelte, hierauf den braunen Farbstoff in einer verdünnten Auflösung von kohlensaurem Natron löste, und die braune Lösung mehrere Wochen lang der Luft aussetzte. Hierbei geht das Cholepyrrhin allmählich vollständig in Biliverdin über. Fand weitere Sauerstoffabsorption nicht mehr statt, so fällte man die Lösung mit Salzsäure, wobei das Biliverdin mit schön dunkelgrüner Farbe gefällt wurde.

Das auf diese Weise dargestellte Biliverdin ist ein schön grünes Pulver, welches in der Hitze nicht schmilzt und schwer verbrennlich ist. Löst sich in Alkohol mit schön dunkelgrüner Farbe, ebenso in kaustischen und kohlensauren Alkalien; durch Säuren wird es aus diesen Lösungen niedergeschlagen. Die alkoholischen oder auch wohl alkalischen Lösungen werden durch Salpetersäure, die etwas salpetrige Säure

enthält, zuerst blau, dann violett, dann roth, endlich gelb gefärbt. Nach den von Heintz mit diesem Biliverdin angestellten Elementaranalysen enthält es in 100 Theilen: 60,04 Kohlenstoff, 5,84 Wasserstoff, 8,50 Stickstoff und 25,59 Sauerstoff.

Abweichende Zahlen erhielten Scherer und Hein mit den von ihnen nach anderen Methoden dargestellten Pigmenten.

Das Biliverdin geht Verbindungen mit alkalischen Erden, so namentlich mit Baryt ein.

Biliverdin von Verdeil.

Biliverdin von Verdeil.

Wurde in nachstehender Weise dargestellt: Kochen von mit Wasser verdünnter Galle mit etwas Kalkmilch, Zersetzung des Kalkrückstandes durch Salzsäure, Behandlung des intensiv grünen Niederschlags mit Aether, welcher Fett auflöst, Aufnehmen des Niederschlags in Alkohol und Zusatz von Aether, wobei sich das Biliverdin als schwarzgrüner Niederschlag abscheidet. In Alkohol und Aether lösliches, in Wasser unlösliches dunkelgrünes Pulver. Die Lösungen haben im reflectirten Lichte eine grüne, im durchfallenden eine ins Rothe ziehende Farbe. Salzsäure und Schwefelsäure lösen es mit grüner Farbe. Dieses Biliverdin lässt beim Verbrennen eine eisenhaltige Asche zurück und ist stickstoffhaltig.

Aus dem Mitgetheilten erhellt zur Genüge, dass der Zustand unserer Kenntnisse der Gallenfarbstoffe kaum ein befriedigenderer ist wie der, welcher unsere Kenntniss über den Blutfarbstoff charakterisirt. Sowie dort fehlt auch hier der Beweis, dass die auf verschiedene Weise dargestellten, und unter sich verschiedenen Pigmente mit den in der Galle selbst vorkommenden Farbstoffen identisch sind, und anderseits fehlt auch alle Garantie, dass die so dargestellten Stoffe keine Gemenge sind.

Vorkommen der Gallenfarbstoffe.

Vorkommen der Gallenfarbstoffe. Die Gallenfarbstoffe finden sich ausser der Galle, wenngleich meist schon verändert, in den Darmcontentis, den festen Excrementen, und bilden mit Cholesterin, zuweilen aber auch für sich die Gallenconcremente. Unter pathologischen Verhältnissen, bei Icterus, treten sie im Blute und seinen Transsudaten, in der Milch, dem Harn, Speichel, Schweiss, und endlich bei höheren Graden von Gelbsucht in die verschiedensten Gewebe imbibirt auf. Die braune Modification des Gallenfarbstoffs scheint der primitive in der Galle der meisten Thiere vorkommende Farbstoff zu sein, während das Biliverdin nach Allem erst aus der braunen Modification entsteht. Vorherrschend tritt das grüne Pigment in der Galle der Vögel, Fische und Amphibien auf, zuweilen aber ist es auch in der Galle des Menschen und der Säugethiere in vorwiegender Menge vorhanden. Robin und Verdeil wollen Biliverdin in der Placenta trächtiger Hündinnen zu Ende der Schwangerschaftsperiode nachgewiesen haben.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Gallenfarbstoffe sind im Organismus unter normalen Verhältnissen in Lösung, doch besitzt namentlich das Cholepyrrhin grosse Neigung sich auszuscheiden, und ist daher in der Galle nicht selten zum Theil wenigstens aufgeschlemmt, daher die Thatsache, dass die Kerne von Gallenconcrementen fast immer aus Gallenpigment bestehen; zuweilen findet man auch ästige knotige Concremente

in der Gallenblase und den Gallengängen, die fast nur aus Gallenfarbstoff bestehen. Dass sich bei längerer Gallenretention endlich das Bilifulvin Virchow's auch in Krystallen ausscheiden kann, wurde bereits oben erwähnt.

Abstammung.

Abstammung. Die Gründe, welche für die Bildung der Galle in der Leber geltend gemacht werden, sprechen natürlich auch für die Bildung der Gallenfarbstoffe in diesem Organe; die Art derselben aber und das Material, welches dazu verwendet wird, ist ebenfalls noch nicht mit voller Sicherheit ermittelt. Es kann übrigens nicht geleugnet werden, dass, sowie überhaupt die thierischen Farbstoffe, auch die Farbstoffe der Galle viele Analogien mit dem Blutfarbstoff zeigen, und aus mancherlei Gründen eine Bildung der Gallenfarbstoffe aus dem Blutfarbstoffe mindestens sehr wahrscheinlich ist. Das, was sich für diese Ansicht anführen lässt, ist Folgendes: Im Blute, und namentlich in dem der Leber zuströmenden Pfortaderblute lässt sich Gallenfarbstoff nicht nachweisen, dagegen sprechen aber histologische Erfahrungen dafür, dass die Blutkörperchen des letzteren Blutes als alternde anzusehen sind, während die des Lebervenenblutes ihren histologischen Charakteren nach als jugendliche erscheinen; eine genaue Vergleichung des Hämatingehaltes des Pfortader- und Lebervenenblutes hat ergeben, dass das Pfortaderblut reicher an Hämatin ist, wie das Lebervenenblut, und dass wohl als natürliche Folge davon die Farbe des Pfortaderblutes sehr dunkel, jene des Lebervenenblutes auffallend hell und licht purpurviolett erscheint. Hält man diese Beobachtungen zusammen, so wird es allerdings sehr wahrscheinlich, dass in der Leber das Blut Veränderungen erleiden müsse, die sich namentlich auch auf seinen Farbstoff beziehen, der wenigstens zum Theil dort als solcher verschwindet. Berücksichtigt man nun überdiess, dass das weiter unten zu beschreibende Hämatoidin sich unzweifelhaft aus Blut bildet, und vorzüglich da angetroffen wird, wo Blut aus den Gefässen ausgetreten, und bis zu einem gewissen Grade zur Resorption gelangt ist, und dass dieses Hämatoidin, wenn auch gerade nicht, wie Brücke und Valentiner wollen, identisch mit Bilifulvin, doch mit diesem Gallenfarbstoffe ausserordentlich nahe verwandt ist, so wird man nicht umhin können, der Ansicht, der zufolge sich die Gallenfarbstoffe aus Hämatin bilden, einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zuzugestehen. Sehr bemerkenswerth für diese Anschauung ist auch das Resultat eines von Kühne angestellten Versuchs, der ergab, dass nach Injection einer concentrirten Hämatoglobulinlösung in die Venen eines Hundes, ein stark icterisch-gefärbter und nachweisbaren Gallenfarbstoff enthaltender Harn gelassen wurde. Strict beweisend ist dieser eine Versuch freilich schon deshalb nicht, weil, wenn eine reine Hämatinlösung eingespritzt wurde, das Resultat ein negatives war.

Auf eine andere mögliche Quelle der Bildung des Gallenfarbstoffs haben Frerichs, Neukomm und Städeler hingewiesen. Frerichs

macht auf Grund seiner reichen klinischen Erfahrung darauf aufmerksam, dass in den Excreten ebensowohl, als auch im Blute Icterischer Gallensäuren nicht aufgefunden werden können, was sich möglicherweise durch eine Umwandlung derselben in Gallenfarbstoff erklären liesse. Frerichs ist der Ueberzeugung, dass bei dieser Umwandlung chromogene Körper entstehen, die unter Mitwirkung des Sauerstoffs sich in Gallenpigment verwandeln, wobei er sich einerseits auf die durch Schwefelsäure zu bewirkenden Umwandlungen der Gallensäuren in derartige Chromogene (vgl. oben S. 177), anderseits auf die grosse Menge des bei Icterus auftretenden Farbstoffes, — auf die von ihm ermittelte Thatsache, dass der Harn von Hunden, denen Gallensäuren ins Blut injicirt wurden, Gallenfarbstoff enthielt (unter 29 Versuchen 19 mal), — und endlich auf seine Untersuchung des Blutes Icterischer bezieht, die neben Gallenfarbstoff Chromogene gleich den künstlich aus Gallensäuren zu erhaltenden ergab. Da nun auch Kühne, Neukomm und Städeler das Auftreten von Gallenfarbstoff im Harn nach der Injection von Gallensäuren beobachteten, so würde es nahe liegen, die Bildung des Gallenfarbstoffes aus Gallensäuren für bewiesen zu halten, wenn nicht die angedeuteten Versuche auch oft ein negatives Resultat gegeben hätten, und selbst die positiven Resultate eine andere Deutung zuliessen. Eine solche andere Deutung wurde aber bereits von Kühne und Lehmann versucht, die der Meinung sind, dass der Gallenfarbstoff in Folge theilweiser Zerstörung der Blutkörperchen durch die injicirte Galle, welche in der That Blutkörperchen sehr energisch löst, aus dem frei werdenden Hämatin derselben erzeugt werden könne.

Es kann nicht geläugnet werden, dass auch aus Gallensäuren möglicherweise Gallenfarbstoff gebildet werden könnte, und dass überhaupt die eine Möglichkeit die andere nicht ausschliesst. Eine definitive Erledigung der Frage bleibt jedenfalls der Zukunft vorbehalten.

Verwandlungen im Organismus.

Verwandlungen der Gallenfarbstoffe im Organismus und Austritt derselben. Betrachtet man die braune Modification des Gallenfarbstoffes: das Cholepyrrhin, als die primitive, wozu man gute Gründe hat, so erscheint als eine der ersten Verwandlungen dieses Pigmentes der Uebergang desselben in Biliverdin. Dass ein solcher Uebergang stattfinden könne, erscheint nach dem Verhalten des Cholepyrrhins, welches durch blosse Berührung mit der atmosphärischen Luft ausserhalb des Organismus in Biliverdin übergeführt werden kann (vgl. oben S. 189 u. 190), und nach zahlreichen anderen Erfahrungen, worunter wir nur die Fälle von grüner Galle, grünen Stühlen, das Grünwerden des braun tingirten Gallenblasenschleims beim Trocknen an der Luft anführen wollen, unzweifelhaft. Es gestaltet sich dieser Vorgang aber auch vom theoretischen Standpunkte als ein einfacher Oxydationsvorgang; aus seinen Analysen berechnet Heintz für das Cholepyrrhin oder Biliphäin die empirische Formel $C_{32} H_{18} N_2 O_9$, für das Biliverdin dagegen ergiebt sich aus

den Analysen die Formel $C_{32} H_{18} N_2 O_{10}$. Wenngleich diese Formeln keine andere Bedeutung beanspruchen können, so ergiebt sich daraus doch der höhere Sauerstoffgehalt des Biliverdins ganz unzweideutig. Die weiteren Verwandlungen des Gallenfarbstoffs im Organismus sind übrigens wenig aufgeklärt. Man nimmt an, dass die Farbstoffe der Galle an der Resorption der Gallensäuren in das Blut nicht Theil nehmen, sondern im Darme allmählich weiter verändert mit den Excrementen ausgeschieden werden. Richtig ist es, dass die unteren Parthien des Darms selten mehr durch Salpetersäure nachweisbaren Gallenfarbstoff enthalten, und in den Excrementen ist er immer schon vollständig verschwunden, mit Ausnahme jener Fälle, wo in Folge profuser Darmsecretion die Galle nicht Zeit findet, resorbirt zu werden, und daher ein grösserer Theil derselben durch den Darm ausgeschieden wird. Diess findet statt bei dem Gebrauche salinischer und scharfer Abführmittel, und bei katarrhalischen Diarrhöen. Zuweilen sind auch, obgleich selten, die Excremente durch Biliverdin grün gefärbt.

Es muss zugegeben werden, dass die eigenthümliche Färbung der Fäces von verändertem Gallenfarbstoff herrühren kann, ja dass sie sogar sehr wahrscheinlich davon herrührt, allein ein stricter Beweis ist ebensowenig dafür, als für die Annahme geliefert, dass nur die Gallensäuren, nicht aber auch Gallenfarbstoff vom Darme aus ins Blut resorbirt und hier verbrannt werden.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Bei dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse vermögen wir den Gallenfarbstoffen nur die Bedeutung von Auswurfsstoffen zuzuerkennen.

c. Dem Blut- und Gallenfarbstoffe verwandte Pigmente.

Hämatoidin: $C_{30} H_{18} N_2 O_6$?

Hämatoidin.

Kleine mikroskopische rhombische Prismen mit sehr ungleichen Winkeln, oft als reine Rhomboëder sich darstellend, zuweilen aber auch amorph, stark lichtbrechend und durchsichtig, von gelbrother bis dunkel rubinrother Färbung. Unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und verdünnten Alkalien, löslich aber in Chloroform; die Lösung des Hämatoidins in Chloroform scheidet beim Verdunsten der Lösung dasselbe wieder in Krystallen aus, und giebt mit Salpetersäure geschüttelt die Gallenfarbstoffreaction (Valentiner). Concentrirte Alkalien machen das Hämatoidin brennender roth, allmählich lockert sich aber die Masse auf, und zerfällt in rothe Körnchen, die sich auflösen. Eine concentrirte ammoniakalische Lösung ist amaranthroth, nimmt aber später eine safrangelbe bis bräunliche Farbe an. Concentrirte Mineralsäuren, namentlich Schwefelsäure, machen die Contouren der Krystalle verschwinden, wobei die rothe Farbe in Grün, Blau, Rosa und Gelb übergeht.

Nach diesem Verhalten ist das Hämatoidin dem Bilifulvin Virchow's mindestens sehr nahe verwandt, wofür auch die von Zenker und Funke ermittelte Thatsache spricht, dass Bilifulvin sehr leicht in Hämatoidin verwandelt werden kann. Nach längerem Stehen von Galle mit Aether, und nachdem sie bilifulvinhaltige Galle

eingedampft hatten, beobachteten sie, dass in solcher Galle Hämatoidin sich gebildet hatte. Gegen die vollständige Identität des Bilifulvins und Hämatoidins macht Städeler geltend, dass das Hämatoidin nicht die Gallenfarbstoffreaction mit Salpetersäure gebe, was übrigens im Wiederspruche mit den Angaben Valentiner's steht. — Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IX. Fig. 4.

Vorkommen. Das Hämatoidin hat man bisher vorzugsweise da gefunden, wo Blut aus den Gefässen austrat, und längere Zeit stagnirte; zunächst im Blutextravasat geplatzter Graaf'scher Follikel, dann in Gehirnextravasaten, obliterirten Venen, hämorrhagischen Milzinfarcten, Hautsugillationen, Aneurismen, und in Eiterhöhlen der Extremitäten. Vorkommen.

Zustände im Organismus. Bisher hat man das Hämatoidin immer in Krystallen oder amorphen Massen ausgeschieden beobachtet; ob es auch in Lösung vorkommt, oder ob mit seiner Bildung seine Ausscheidung Hand in Hand geht, wofür übrigens seine Löslichkeitsverhältnisse sprechen, muss dahin gestellt bleiben. Zustände im Organismus.

Die Abstammung des Hämatoidins aus dem Blutroth liegt auf der Hand, und ergiebt sich schon aus der Art seines Vorkommens. Wie es aber daraus entsteht, ist unbekannt, da es bisher noch nicht gelungen ist, künstlich Hämatin in Hämatoidin überzuführen. Da das Hämatin eisenhaltig ist, das Hämatoidin aber nicht, so muss bei dem Uebergang des ersteren in letzteres Eisen in irgend einer Form austreten. Abstammung, Verwandlungen u. s. w.

Die weiteren Verwandlungen des Hämatoidins, sowie seine physiologische Bedeutung sind unaufgeklärt.

Melanin. Schwarzes Pigment.

Tritt im normalen Organismus in Form sehr kleiner Körnchen, unter pathologischen Verhältnissen auch wohl in Gestalt schwarzer Krystalle auf, die flache rhombische Tafeln mit ausserordentlich spitzen Winkeln darstellen. Melanin.

Unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren und Essigsäure, schwer und unvollständig löslich in Alkalien, wird von concentrirten Mineralsäuren zersetzt, von Chlor nicht gebleicht. Beim Erhitzen auf Platinblech verbrennt es unter Hinterlassung einer eisenhaltigen Asche.

Die Zusammensetzung des auf verschiedene Weise erhaltenen Melanins ist keine constante. Scherer fand in 100 Theilen des schwarzen Pigments des Auges: Kohlenstoff 58,084, Wasserstoff 5,917, Stickstoff 13,768, Sauerstoff 22,231. Schmidt fand das schwarze Pigment aus pathologischen Lungen kohlenstoffreicher. Im schwarzen Augenpigment fand Lehmann 0,254 Proc. Eisen.

Vorkommen. Schwarze Pigmente treten auf: als Pigment der Dinte mancher Cephalopoden, als Augenschwarz: das Pigment der Choroidea, als schwarze Pigmente in melanotischen Geschwulsten, in den Lungen, Bronchialdrüsen, im Malpighi'schen Schleimnetz der Neger, und endlich als schwarzer, sedimentirender Farbstoff pathologischen Harns. Vorkommen.

Zustände im Organismus. Das zunächst normal vorkommende schwarze Pigment des Auges tritt hier als körniger Inhalt polygonaler Zustände im Organismus.

oder sternförmiger Zellen auf, in ähnlichem Zustande ist es übrigens auch in anderen Organen beobachtet, viel seltener als freie körnige Ablagerung in den Geweben. Dass es unter gewissen pathologischen Verhältnissen auch in Krystallen sich ausscheidet, wurde bereits weiter oben erwähnt. Bei niederen Thieren endlich, namentlich bei Fröschen und anderen Amphibien, überzieht es in ästigen Zellen oft Gefässe und Nerven, und erscheint hier überhaupt besonders massenhaft.

Abstammung.

Abstammung. Die so ziemlich allgemeine Annahme, dass das Melanin vom Blutfarbstoff abstamme, ist mindestens sehr wahrscheinlich, und findet namentlich auch in dem Eisengehalt des Melanins eine Stütze. Dass schwarze Pigmente in der That aus Blutkörperchen entstehen können, ist durch die histologischen Untersuchungen von Virchow und Kölliker über die Umwandlung isolirter Blutgerinnsel bei obliterirten Venen in Pigment, und über das schwarze Pigment in den sogenannten Körnchenzellen für bewiesen anzusehen, während es dahin gestellt sein mag, inwiefern die von Hoppe aufgestellte Theorie der Bildung des schwarzen Pigments der Choroidea und Lungen den thatsächlichen Verhältnissen entspricht. Auf Grund seiner Beobachtungen an Froschlarven nimmt Hoppe an, dass anfänglich pigmentlose Zellen dadurch pigmenthaltig werden, dass sie sich durch einen Ausläufer mit den Capillargefässen in Communication setzen, und auf diese Art ohne Extravasat oder Infiltration Blut in sie gelange, dessen Körperchen in den Zellen dann zu Grunde gehen und das Pigment frei werden lassen; dieses metamorphosire sich allmählich zu Melanin. Vom chemischen Standpunkte fehlt ein bestimmter Nachweis des Uebergangs von Blutfarbstoff in Melanin, wie überhaupt das Wie der Umwandlung unaufgeklärt ist.

Verwandlungen im Organismus.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Man weiss darüber nichts; dass das schwarze Pigment aber im Organismus Verwandlungen erleiden könne, geht aus dem von Moleschott beobachteten Verschwinden desselben in der Haut von Fröschen hervor, die 18 Tage lang in reinem Sauerstoffgas geathmet hatten.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Das schwarze Pigment der Choroidea ist optisch sehr wichtig für die Spiegelung der Lichtstrahlen im Auge; eine physiologische Bedeutung des an sonstigen Orten im Organismus normal vorkommenden schwarzen Pigments ist unbekannt, und auch über das pathologisch abgelagerte sind wir noch nicht hinreichend aufgeklärt.

d. Cholesterin und verwandte Körper.

Cholesterin: $C_{52}H_{44}O_2$.

Cholesterin.

Krystallisirt in weissen, perlmutterglänzenden, sich fettig anfühlenden Blättchen. Unter dem Mikroskop erscheint es in dünnen, vollkommen durchsichtigen rhombischen Tafeln, deren Ränder und Winkel nicht selten unregelmässig ausgebrochen erscheinen.

(Vergl. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VI. Fig. 1, 2, 3. Robin et Verdeil: Pl. XXXIV. Fig. 3, 4. Pl. XXXV. Fig. 1, 2, 3.) Geschmack- und geruchlos, vollkommen neutral, schmilzt bei 145° C., kann bei 360° C. unzersetzt sublimirt werden, und liefert bei der trockenen Destillation ein angenehm nach Geranium riechendes Oel. Unlöslich in Wasser, löslich in siedendem Alkohol, woraus es sich beim Erkalten in Krystallen abscheidet, löslich endlich in Aether. Auch Seifenlösungen, fette Oele, sowie Auflösungen gereinigter Galle nehmen einen Theil davon auf. Seine Lösungen reagiren neutral, und lenken den polarisirten Lichtstrahl ihrem Gehalte an Cholesterin entsprechend nach links ab.

Concentrirte Schwefelsäure und Jod, oder Chlorzink und Jod färben das Cholesterin blau bis violett.

Wird es mit einem Tropfen concentrirter Salpetersäure bei gelinder Wärme abgedampft und der gelbe Rückstand noch warm mit einem Tropfen Ammoniak übergossen, so entsteht eine tiefrothe Färbung (H. Schiff). Dampft man es mit eisenchloridhaltiger Salzsäure ein, so färbt sich der Rückstand prachtvoll violett (H. Schiff).

Seinem chemischen Verhalten nach erscheint das Cholesterin als einatomiger Alkohol, und giebt mit Säuren unter Austritt von 2 Aeq. Wasser zusammengesetzte Aether. Durch concentrirte Schwefelsäure wird es unter rother Färbung in mehrere isomere Kohlenwasserstoffe zersetzt; durch Salpetersäure oxydirt liefert das Cholesterin neben flüchtigen Säuren der Formel $(CH)_n O_4$, worunter Essigsäure, Buttersäure und Capronsäure, — Cholesterinsäure, $C_{16} H_{10} O_{10}$, die auch bei gleicher Behandlung aus Gallensäuren erhalten werden kann.

Vorkommen. Das Cholesterin ist zunächst ein Bestandtheil der Galle der höheren Thierclassen, und der in den Gallengängen und der Gallenblase zuweilen sich bildenden Gallensteine, die oft bei Weitem zum grössten Theile aus Cholestearin bestehen. Allein es ist auch sonst im Organismus sehr verbreitet. Man hat es unter den in Aether löslichen Stoffen des Blutserums und der Blutzellen aufgefunden, es findet sich in nicht unerheblicher Menge in der Hirn- und Nervensubstanz, in der Milz, im Eidotter, in normalen Transsudaten, in der Hautsalbe, in dem Darminhalte und den Excrementen, endlich im Meconium; von pathologischer Bedeutung ist sein Vorkommen in hydropischen Transsudaten, im Eiter, in Cysten und Echinococcusbälgen, in obsoleten Tuberkeln, degenerirten Ovarien und Hoden, Krebsgeschwülsten, im Auswurf Tuberkulöser, in krystallinischen Cataracten, und in atheromatösen Bildungen der Gefässhäute. Vorkommen.

Mengenverhältnisse. Einige Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Mengenverhältnisse des Cholesterins im Organismus geben nachstehende, jedoch nur mit grosser Vorsicht zu verwerthende Angaben. Es wurden gefunden an Cholesterin: Mengenverhältnisse.

	In 1000 Thln.
Galle	2,1
Gallensteine	40 bis 960
Blut	0,034 bis 1,08
Gehirn	45,29
Rückenmark	102,34
Nerven	1,79

	In 1000 Thln.
Eidotter	4,40
Tuberkeln	49,4
Eiter	11,0 bis 35,7
Inhalt einer Thymuscyste	10,64
Meconium	160 ?
Phlebolithen	668 bis 836.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. In Lösung kommt das Cholesterin in der Galle, im Blute, und seinen Transsudaten vor; seit man weiss, dass dasselbe in Seifen, flüssigen Fetten, sowie in den Auflösungen der gallensauren Alkalien keineswegs unlöslich ist, hat dieser Umstand aufgehört unerklärlich zu sein. In den Nerven und im Gehirn ist es weder in Lösung noch krystallisirt, sondern Bestandtheil des Gewebes, und in einer noch unaufgeklärten molekularen Verbindung mit den übrigen Bestandtheilen desselben. Wir würden daher kaum anstehen dürfen, ihm in diesen Geweben eine histogenetische Bedeutung zuzuerkennen, wenn nicht die Möglichkeit vorläge, dass es aus diesen Geweben bei den zu seiner Isolirung eingeschlagenen Verfahrungsweisen erst aus irgend einem Bestandtheil abgespalten würde. Bei der jedenfalls sehr complexen Natur dieser Gewebe, und unserer unvollkommenen Kenntniss ihrer Bestandtheile ist jedenfalls eine solche Möglichkeit nicht aus dem Auge zu verlieren. Zuweilen scheidet es sich aus der Galle als krystallinisches Sediment aus, und in ähnlicher Weise in Krystallen abgeschieden trifft man es in den verschiedenen oben erwähnten pathologischen Producten, namentlich in den Gallensteinen.

Abstammung.

Abstammung. Dass das Cholesterin im Thierkörper selbst erst erzeugt werde, erscheint um so weniger zweifelhaft, als es im Pflanzenreiche noch niemals aufgefunden wurde. Allein über das Material und die Art seiner Bildung herrscht noch völliges Dunkel. Die Analogie in dem Verhalten der Gallensäuren und des Cholesterins gegen Salpetersäure legt es nahe, an einen Zusammenhang beider zu denken, allein weder ist es gelungen, Gallensäuren in Cholesterin zu verwandeln, oder umgekehrt, noch lässt sich theoretisch ein solcher Uebergang deuten. Lehmann hat zwar in jüngster Zeit die Ansicht ausgesprochen, es könnte ein Zusammenhang zwischen Cholesterin, Gallensäuren, und Cetylalkohol möglicherweise in der Art bestehen, dass, sowie die Oelsäure als eine Palmitinsäure betrachtet werden könnte, in welcher 1 Atom H des Radicals durch 1 Atom C_4H_3 substituirt wäre, $C_{36}H_{34}O_4 = C_{32}H_{31} . C_4H_3 . O_4$, und die Cholsäure als eine Oelsäure, in der 3 At. H. des Radicals durch 3 At. Acetyl, $C_4H_3O_2$: $C_{48}H_{40}O_{10} = C_{36}H_{31} . 3\,C_4H_3O_2 . O_4$, ersetzt wären, so das Cholesterin als Cetylalkohol angesehen werden könnte, in dem 5 At. H. des Radicals durch 5 At. C_4H_3 substituirt wären: $C_{52}H_{44}O_2 = C_{32}H_{29} . 5\,C_4H_3 . O_2$. Allein es kann diese Ansicht, jeder thatsächlichen Begründung entbehrend, um so weniger eine ernste Beachtung beanspruchen, als das Radical C_4H_3, so weit wir es kennen, meist drei-

atomig erscheint, und für die Annahme, dass 5 At. H. in einem Radical durch ebenso viele Atome eines anderen Radicals substituirt sein könnten, die ganze Entwickelung der organischen Chemie kein Analogon liefert, und als endlich das Studium des Cholesterins und des Cetylalkohols nicht die geringste Veranlassung bietet, einen solchen Zusammenhang beider Verbindungen anzunehmen. Ebensowenig hält die Hypothese: dass die constante Vermehrung des Cholesterins in Krankheiten und im höheren Alter, sowie sein Auftreten in obsolescirenden Exsudaten, in denen die Gefässthätigkeit sehr gering ist, darauf hindeute, dass es seine Entstehung und Vermehrung hauptsächlich einer Störung des Oxydationsprocesses im Blute verdanken möge, vor der Betrachtung Stand, dass nicht wohl anzunehmen ist, ein Stoff, der in den edelsten Organen, im Nerven- und Gehirngewebe unseren gegenwärtigen Kenntnissen zufolge als ein integrirender und der Menge nach nicht sehr erheblichen Schwankungen unterworfener Gewebsbestandtheil auftritt, und auch schon im Eidotter erscheint, werde einer von zufälligen Umständen abhängigen Hemmungsbildung seinen Ursprung verdanken. Die genetischen Beziehungen des Cholesterins erscheinen demnach trotz seiner so grossen Verbreitung im Thierkörper noch vollkommen räthselhaft.

Verwandlungen im Organismus und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Die Verwandlungen, welche das Cholesterin möglicherweise im Organismus erleidet, sind vollkommen unbekannt; eine directe Oxydation desselben im Blute erscheint seiner grossen chemischen Indifferenz halber wenig wahrscheinlich. Dass übrigens ein Theil des Cholesterins als solches den Körper verlässt, beweist sein Vorkommen in den Excrementen und in der Hautsalbe (Smegma praeputii).

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Der constante Gehalt des Nervengewebes an Cholesterin, und namentlich sein massenhaftes normales Auftreten im Gehirn, liesse einen histogenetischen Charakter desselben vermuthen, allein wir haben bereits oben angedeutet, dass wir über die Form, in welcher es im Gewebe des Gehirns und der Nerven vorkommt, vollkommen im Dunkeln sind, und es scheint demnach seine physiologische Bedeutung ebenso räthselhaft, wie seine übrigen Beziehungen im Organismus.

Ambrain.

Ambrain.

Krystallisirt in zarten weissen Nadeln, schmilzt bei 35° C. (?) und ist unverändert sublimirbar. Unlöslich in Wasser, löslich in siedendem Alkohol, in Aether, fetten und flüchtigen Oelen. Durch Salpetersäure wird es in eine stickstoffhaltige Säure, die Ambrafettsäure, verwandelt, wahrscheinlich eine Nitrosäure.

Die Zusammensetzung des Ambrains nähert sich der des Cholesterins, noch mehr aber der des Stearinsäure-Cholesterinäthers; es ist sehr möglich, dass es ein Aether des Cholesterins ist.

Vorkommen. Vorkommen. Das Ambrain ist ein Bestandtheil der Ambra, wahrscheinlich ein pathologisches den Darm- oder Gallensteinen analoges Product der Pottwale, zuweilen im Darmcanale dieser Thiere angetroffen, oder auf dem Meere schwimmend.

Seine physiologischen Beziehungen sind unbekannt.

Castorin.

Castorin. Krystallisirt in feinen Nadeln, und riecht schwach nach Castoreum. Es schmilzt in kochendem Wasser, und verflüchtigt sich, wenn es mit Wasser destillirt wird, in geringer Menge. Löslich in absolutem Alkohol und Aether. Ist entzündlich und brennt mit Flamme. Salpetersäure soll daraus eine Nitrosäure erzeugen.

Seine Zusammensetzung ist unbekannt.

Vorkommen. Vorkommen. Ist ein Bestandtheil des Castoreums oder Bibergeils, einer eigenthümlichen, stark riechenden weichen Substanz, welche in engen Beuteln eingeschlossen ist, die an den Geschlechtstheilen des Bibers (Castor Fiber) liegen.

Seine physiologischen Beziehungen kennt man nicht.

Wachsarten.

Wachsarten. Feste oder festweiche, zum Theil gefärbte, zum Theil ungefärbte Materien, brüchig in der Kälte, in der Wärme weich, knetbar, klebend, unter 100° C. schmelzend, von eigenthümlichem Glanze, leichter als Wasser, unlöslich darin, schwer- oder unlöslich in kaltem Alkohol, löslich in Aether, brennbar und mit leuchtender Flamme brennend. Sie sind nichtflüchtig, und werden an der Luft erhitzt, zersetzt.

Ihrem chemischen Charakter nach sind sie theils Gemenge von Alkoholen und zusammengesetzten Aethern der höheren Glieder der Fettsäuren, theils aber auch freie fette Säuren enthaltend.

Sie sind theils thierischen, theils pflanzlichen Ursprungs. Zu ersteren gehören unzweifelhaft:

Wallrath, Cetaceum, Sperma Ceti. Wird aus dem in den Höhlen der Schädelknochen verschiedener Wale (namentlich Physeter- und Delphinusarten) vorkommenden Oele erhalten. Sein Hauptbestandtheil ist Palmitinsäure-Cetyläther.

Bienenwachs. Bildet bekanntlich die Substanz der Bienenzellen. Besteht aus einem in kochendem Weingeist löslichen und einem darin unlöslichen Theil. Ersterer besteht fast ganz aus Cerotinsäure, letzterer aus Palmitinsäure-Myricyläther.

Der Nachweis, dass die Bienen aus Zucker Wachs zu erzeugen vermögen, ist für die Frage der Fettbildung (vgl. S. 159) wichtig geworden.

e. Zuckerarten und verwandte Körper.

Traubenzucker: $C_{12} H_{12} O_{12} + 2$ aq.

Traubenzucker. Krystallisirt selten in wohlausgebildeten Krystallen, meist in warzigen krümlichen Massen, die sich unter dem Mikroskop aus kleinen rhombischen Tafeln bestehend erweisen. Der Traubenzucker schmeckt süss, ist in Wasser und wässerigem Weingeist löslich, und bewirkt in seinen Lösungen eine Ablenkung der Polarisationsebene des Lichtes nach rechts, und zwar dreht eine kalt frisch bereitete Lösung stärker nach rechts, als eine heiss oder eine bereits längere Zeit bereitete Lösung. Bei 100° C. schmilzt er unter Verlust seines Krystallwassers, in höherer Temperatur bräunt er sich und verwandelt sich in Caramel, $C_{12} H_9 O_9$. In noch höherer Temperatur wird

er vollständig zersetzt und liefert Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sumpfgas, Essigsäure, Aceton, Aldehyd, Furfurol und andere Producte, worunter ein bitter schmeckender Stoff: Assamar. Mit Basen verbindet er sich zu wenig constanten Saccharaten, und mit Chlornatrium giebt er eine schön krystallisirte Doppelverbindung von der Formel $C_{12} H_{12} O_{12}$, Na Cl + aq.

Erhitzt man eine Traubenzuckerlösung mit Aetzkali, so färbt sie sich braun; setzt man hierauf Salpetersäure zu, so entwickelt sich ein Geruch nach gebranntem Zucker und Ameisensäure (Moore's Zuckerprobe).

Aus Kupferoxydlösungen scheidet der Traubenzucker bei Gegenwart freier Alkalien schon in der Kälte, rascher bei gelindem Erwärmen rothes Kupferoxydul, oder gelbes Kupferoxydulhydrat ab (Trommer's und Fehling's Zuckerprobe).

Basisch-salpetersaures Wismuthoxyd wird bei Gegenwart von kohlensaurem Natron von Zuckerlösung beim Kochen zu Wismuthsuboxyd reducirt (Böttger's Zuckerprobe). Aus Silber-, Gold- und Quecksilberlösungen scheidet der Zucker beim Kochen die Metalle aus.

Mit concentrirter Schwefelsäure bildet er Zuckerschwefelsäure, Salpetersäure verwandelt ihn in Zuckersäure und Oxalsäure, mit concentrirten Säuren und mit Zinnchlorid abgedampft wird er in schwarze, humusähnliche Materien verwandelt. Durch Oxydationsmittel wird aus dem Traubenzucker Ameisensäure erzeugt, Ozon verwandelt ihn in alkalischer Lösung in Ameisensäure und Kohlensäure, durch Schmelzen mit Kalihydrat geht er in Essigsäure, Propionsäure, Kohlensäure und Oxalsäure über.

Mit Bierhefe bei gewöhnlicher Temperatur in verdünnter Lösung hingestellt, zerfällt er in Alkohol und Kohlensäure, unter gleichzeitiger Bildung geringer Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure.

In Berührung mit faulenden thierischen Membranen, und faulenden stickstoffhaltigen Materien überhaupt geht er zuerst in Milchsäure und dann in Buttersäure über.

Unter nicht genau studirten Bedingungen erleiden Traubenzuckerlösungen die schleimige Gährung, wobei er unter gleichzeitiger Bildung von Milchsäure und Mannit in eine schleimige celluloseähnliche Materie übergeht.

Vorkommen. Traubenzucker wurde bisher nachgewiesen, und zwar normal: im Dünndarminhalt (nach dem Genusse zucker- oder stärkmehlhaltiger Nahrungsmittel), im Chylus, im Blute, im Lebervenenblute, in der Lymphe, im Weissen und im Dotter des Eies der Vögel, in der Ammios- und Allantoisflüssigkeit der Pflanzenfresser, in der Leber, in der Thymus, im Harn des Fötus der Kuh und des Schafes, im Harn schwangerer Frauen, spurenweise auch wohl im normalen Harn, aber nicht constant (Blot, Brücke u. A.); bei vielfachem Widerspruch und bei nicht völliger Beweiskraft der angestellten Versuche erscheint die Frage noch nicht spruchreif; pathologisch: bei Diabetes mellitus im Harn, im Blut, im Speichel, im Erbrochenen, im Schweiss und in den Fäces, im Harn nach Verletzung einer begränzten Stelle im verlängerten Mark, und bei Störungen der Unterleibscirculation. Häufig findet man auch Zucker im Harn von Frauen in den ersten 24 bis 48 Stunden nach der Entwöhnung der Säuglinge (Lehmann).

Vorkommen.

Eine merkwürdige Beobachtung von Cl Bernard dürfte am passendsten hier ihre Stellung finden. Dieser Physiologe hat gefunden, dass Muskeln und ebenso die Lungen des Kalbsfötus, wenn sie bei 15 bis 20°C. im Wasser aufbewahrt wurden, Milchsäure bildeten; geschah aber die

Maceration bei niederer Temperatur (4 bis 6° C.) oder unter Weingeist, so fand sich gährungsfähiger Zucker. Auch mit Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschene Fötusgewebe producirten immer noch Zucker. Aehnlich wie der Fötus des Kalbes verhält sich der des Schafes, der Katze, des Hundes, des Kaninchens. Vom fünften Monate des Intrauterinlebens nimmt diese Eigenthümlichkeit des Gewebes ab, und erlischt gegen den achten bis neunten Monat.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Der Traubenzucker ist in den Flüssigkeiten und Geweben, in denen er nachgewiesen wurde, sicherlich in Lösung enthalten.

Abstammung.

Abstammung. Der im Körper der höheren Wirbelthiere vorkommende Zucker stammt von mindestens zwei verschiedenen Quellen; ein Theil desselben hat in der von aussen zugeführten Nahrung seinen Ursprung, ein anderer aber wird im Organismus selbst erst erzeugt. Die Nahrungsmittel, welche zwar keinen Zucker, aber Stärkmehl enthalten, geben zur Bildung von Zucker dadurch Veranlassung, dass gewisse thierische Secrete die Eigenschaft haben, Stärke mehr oder minder energisch in Zucker zu verwandeln. Dazu gehören Speichel, pankreatischer und Darmsaft. Die Umsetzung des Stärkmehls der Nahrung erfolgt nur sehr allmählich; in der Mundhöhle bei der Einspeichelung des Bissens bereits beginnend, wird sie beim Uebergang des Speisebreies in den Zwölffingerdarm besonders energisch durch den pankreatischen Saft vermittelt, während die Wirkung des Darmsaftes eine geringere zu sein scheint. Man hat die Vermuthung ausgesprochen, dass bei Pflanzenfressern noch ein anderes vom Blinddarm secernirtes Ferment die Umsetzung der Stärke der Nahrung in Zucker begünstigen möge, wobei man auf die grössere Evolution des Cöcums bei Pflanzenfressern, auf die eigenthümlichen Drüsen desselben und darauf hinwies, dass Zuckerlösung in das Cöcum injicirt, sehr schnell saure Reaction annahm, und überhaupt die Bildung freier Säure, und zwar namentlich von Buttersäure, im Cöcum beobachtet wurde. Wie man diese Thatsachen für die Stützung obiger Vermuthung verwerthen kann, ist nicht wohl begreiflich; sie können höchstens beweisen, dass hier Zucker rasch in Milchsäure und Buttersäure übergeführt wird.

Ausser diesem von der Nahrung abstammenden Zucker findet sich im Organismus auch noch solcher, der hier erst erzeugt wird, und zwar in der Leber. Es kann gegenwärtig nach zahlreichen und genauen Untersuchungen nicht mehr bezweifelt werden, dass die Leber Zucker enthält, und zwar Zucker, dessen Gegenwart in diesem Organe constant und ganz unabhängig von der Nahrung der Thiere ist. Die Leber enthält auch dann Zucker, wenn dem Organismus keine zucker- oder stärkmehlhaltige Nahrung zugeführt wird, wenn demnach die eine Quelle der Zuckerbildung vollkommen eliminirt ist. Woraus sich der Zucker in der Leber bildet, ist unaufgeklärt. Als nächste Vermuthung bietet sich ein Zusammenhang der Zuckerbildung in der Leber mit der Gallen-

bildung dar, worauf schon S. 182 hingewiesen wurde. Wenn man in Erwägung zieht, dass von den Albuminaten des Blutes ein Theil nach den Untersuchungen von Lehmann in der Leber verschwindet, und nach Allem, was wir über die Constitution der Albuminate wissen, diese als gepaarte Verbindungen anzusehen sein dürften, deren einer Paarling möglicherweise ein Kohlehydrat ist, so erscheint es wenigstens nicht unwahrscheinlich, dass der in der Leber vorkommende Zucker sich aus den Albuminaten abspaltet, wobei aber die Möglichkeit, dass er sich aus dem Glycerin der Fette der Leber bilde, durchaus nicht ausgeschlossen ist, eine Möglichkeit, die um so mehr ins Auge gefasst werden muss, seitdem Berthelot aus Glycerin gährungsfähigen Zucker erhalten, und Pasteur dasselbe unter den Producten der weingeistigen Gährung des Zuckers nachgewiesen hat.

Sehr merkwürdig ist die Beobachtung Cl. Bernard's, wornach vier Stunden nach der Injection von 10 bis 12 CC. Kohlenoxydgas in die Jugularis eines Hundes die Leber grosse Mengen Zucker enthielt, und ebenso der Harn; ein ähnliches Resultat wurde durch Injection von Aether erzielt.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen des Traubenzuckers im Organismus und Austritt desselben. Unter normalen Bedingungen wird kein Zucker als solcher aus dem Organismus ausgeschieden, indem derselbe im Körper eine Reihe von Umwandlungen erleidet, deren Producte zum Theil wenigstens noch Arbeit im Körper thun, bevor sie zu Kohlensäure und Wasser oxydirt aus demselben durch Lunge und Haut austreten. Der von aussen eingeführte, oder der durch die Wirkung der thierischen Fermente auf die Amylacea der Nahrung gebildete Zucker wird zum Theil, bevor er noch ins Blut resorbirt wird, in Milchsäure und Buttersäure verwandelt, eine Umsetzung, die er ja bekanntlich auch ausserhalb des Organismus in Berührung mit thierischen Membranen erleidet. Nach Zuckergenuss reagirt der Inhalt des Zwölffinger- und Leerdarms ziemlich stark sauer, und es lässt sich darin Milchsäure nachweisen, während im Cöcum zwar auch Milchsäure, aber vorwiegend Buttersäure gefunden wird. Der von den Darmcapillaren und zum geringeren Theile von den Chylusgefässen als solcher resorbirte Zucker, in das Blut gelangt, wird hier rasch den Endproducten der Oxydation entgegengeführt. Zahlreiche Versuche haben die Thatsache ausser allen Zweifel gesetzt, dass der Zucker im Blute ausserordentlich rasch verschwindet. Der in beträchtlicher Menge vom Darm aus aufgenommene Zucker ebensowohl, wie der in der Leber gebildete häuft sich niemals im Blute an, ja selbst dann, wenn er ins Blut injicirt wird, wird er innerhalb desselben sofort weiter zersetzt, und gelangt nicht in den Harn, so lange die Menge desselben im Blute 0,4 Proc. nicht übersteigt. Ein weiterer Beweis für die rasche Zersetzung des Zuckers im Blute ist der, dass von den Lebervenen, die bekanntlich am reichlichsten Zucker enthalten beginnend, bis hinauf zu den Lungen und dem linken Herzen der Zuckergehalt des Blutes constant

abnimmt, und endlich ganz verschwindet. In der Regel lässt sich im arteriellen Blute kein Zucker nachweisen, nur wenn in Folge abnormer Verhältnisse sich Zucker im venösen Blute anhäuft, passirt ein Theil desselben unzersetzt die Lungen. Kann es demnach als ausgemacht gelten, dass der Zucker im Blute rasch zersetzt wird, so fragt es sich zunächst darum, welches seine Zersetzungsproducte sind. Man hat angenommen, dass er im Blute direct zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werde, von anderer Seite wird das bezweifelt und geglaubt, dass er noch Zwischenproducte liefere, während Robin und Verdeil sowie Will. Pavy ihn im Blute in Milchsäure übergehen lassen. Abgesehen davon, dass letztere Annahme durch nichts bewiesen ist, spricht für eine directe Oxydation des Zuckers im Blute auch die von mir beobachtete Thatsache, dass Traubenzucker wie Rohrzucker in schwach alkalischen Lösungen durch Ozon stetig aber langsam in Kohlensäure und Ameisensäure verwandelt wird, und dass bei diesen Versuchen niemals die Bildung anderer Zwischenproducte beobachtet werden konnte. Der Zucker gehört in seinem Verhalten zu Ozon zu einer Reihe von Substanzen, welche in neutralen Lösungen nicht bemerkbar dadurch verändert, in alkalischen eine Art Verwesungsprocess durchmachen, d. h. davon im Allgemeinen sehr langsam angegriffen werden, so dass immer ein Theil noch unzersetzt ist, während ein anderer bereits vollkommen oxydirt erscheint; dieser Process verläuft aber im Ganzen nicht so langsam, dass aus der Dauer desselben ein Argument gegen einen analogen Vorgang im Blute geschöpft werden kann. Bedürfte es eines weiteren Beweises, dass der Zucker im Blute oxydirt wird, so könnte auf die von Regnault und Reiset im Verlaufe ihrer classischen Untersuchungen über die Respiration ermittelte Thatsache verwiesen werden, wonach bei fleischfressenden Thieren von 100 Thln. durch die Lungen aufgenommenen Sauerstoffs nur etwa 74 Thle. als Kohlensäure wiedergefunden werden, während bei Nahrung mit stärkmehlreichen Stoffen von 100 Thln. absorbirten Sauerstoffs über 91 Thle. als Kohlensäure wieder austreten.

In jüngster Zeit hat man allerdings nur unter pathologischen Verhältnissen, bei Diabetes, Morbillen, Scharlach, Typhus, Pneumonie und Hydrocephalus Aceton im Harn und im Blute aufgefunden (Petters), welches, wie kaum zu bezweifeln ist, vom Zucker stammte, ohne dass die Modalitäten seiner Bildung im Geringsten aufgeklärt wären.

Gehören alle die erörterten Umwandlungen des Zuckers der regressiven Stoffmetamorphose an, so ist es doch mindestens wahrscheinlich, dass ein Theil desselben zur Fettbildung verwendet wird. Wir haben an verschiedenen Orten S. 40 u. 159 die Frage der Fettbildung so umständlich erörtert, als es der Plan dieses Werkes überhaupt zuliess; wir wollen daher dem dort Gesagten nur Weniges hinzufügen. Vom theoretisch-chemischen Standpunkte gestaltet sich der Process der Fettbildung aus Zucker und Kohlehydraten überhaupt als ein gleichzeitig verlaufender Doppelprocess. Der eine ist ein unvollkommener Oxydationsprocess,

durch welchen eine gewisse Menge Wasserstoff, der andere ist ein Spaltungsprocess, durch welchen eine gewisse Menge Sauerstoff in der Form von Kohlensäure sich vom Molekül des Zuckers trennt. Die dabei möglichen Vorgänge versinnlichen nachstehende von Liebig gegebene Formelgleichungen:

$$C_{24} \left. \begin{matrix} H_{24} \\ O_{24} \end{matrix} \right\} + 4\,O = \left\{ \begin{matrix} C_{16}\,H_{16}\,O_4 & \text{Caprylsäure} \\ H_8\,O_8 & \text{Wasser} \\ C_8\quad O_{16} & \text{Kohlensäure} \end{matrix} \right.$$

Zucker

$$C_{12} \left. \begin{matrix} H_{12} \\ O_{12} \end{matrix} \right\} + 10\,O = \left\{ \begin{matrix} C_6\,H_5\,O_3 & \text{Lipyloxyd} \\ H_7\,O_7 & \text{Wasser} \\ C_6\quad O_{12} & \text{Kohlensäure.} \end{matrix} \right.$$

Obgleich diese Formeln nur mögliche Vorgänge ausdrücken, so verdienen sie doch Beachtung, und können um so weniger als ein müssiges Spiel mit Zahlen erscheinen, als man Zucker in der That in Buttersäure überführen kann, und als die neuesten Untersuchungen von Berthelot einen nahen Zusammenhang zwischen Zucker und Glycerin dargethan haben. Buttersäure ist allerdings keine Fettsäure im engeren Sinne, allein die eigentlichen Fettsäuren sind der Buttersäure homolog, und gehören demselben Typus an, bei ihrer Bildung müssen daher gleiche Ursachen auf ähnliche Weise in Thätigkeit gewesen sein (Liebig). Hoppe nimmt auf seine Untersuchungen gestützt an, dass bei der normalen Ernährung der ins Blut resorbirte Zucker sich nicht selbst in Fett umwandle, sondern mittelbar eine Fettmetamorphose der Albuminate veranlasse, indem er letzteren den zu ihrer weiteren Oxydation nöthigen Sauerstoff entziehe. Die alte Erfahrung, dass Kohlehydrate gleichzeitig mit Albuminaten genossen mästen, würde hierdurch ihre Erklärung finden.

Während im Normalzustande des Organismus der Zucker im Blute vollkommen zersetzt wird, und daher keine Spur desselben in den Excreten erscheint, tritt unter gewissen pathologischen Verhältnissen Zucker im Harne und zahlreichen anderen Se- und Excreten auf, vor Allem in Folge einer noch heute räthselhaften Krankheit: der sogenannten Zuckerharnruhr, Diabetes mellitus, dann aber in wo möglich noch räthselhafterer Weise bei traumatischer Verletzung des Bodens der vierten Hirnhöhle, und zwar an einer gewissen Stelle (Bernard's Versuch, Piquure), nach Injection von Zucker in das Blut in solcher Menge, dass der Zuckergehalt des Blutes über 0,4 Proc. steigt (Lehmann), und endlich scheint auch während der Schwangerschaft und bei dem Entwöhnen der Säuglinge Zucker unter Umständen in den Harn überzugehen. Obgleich man über die Gründe des Auftretens von unzersetztem Zucker in den Se- und Excreten, bei Diabetes u. s. w. vielfach discutirt, und zahlreiche Versuche zur Begründung der verschiedenen Theorien angestellt hat, so ist die Frage doch bis zur Stunde noch nicht gelöst. So lange die Thatsache der Zuckerbildung in der Leber noch unbekannt war, konnte es sich dabei nur um folgende Möglichkeiten handeln: entweder wurde der aus der Umwand-

Diabetes.

lung der Amylacea im Organismus gebildete Zucker im Blute nicht zersetzt, oder er wurde in so reichlich-abnormer Weise vielleicht auch aus Albuminaten erzeugt, dass ein Theil desselben als solcher ausgeschieden ward. Seitdem man aber in der Leber ein zuckerbildendes Organ kennen gelernt hat, ist zu obigen Möglichkeiten noch eine weitere getreten, nämlich die, dass in den oben aufgeführten Zuständen deshalb Zucker mit den Excreten austräte, weil die Zuckerproduction in der Leber über eine gewisse Grenze gesteigert wäre. Jede dieser Ansichten hat ihre Vertreter gefunden, die dieselbe, so gut es ging, durch Gründe zu stützen suchten, allein für keine ist ein irgendwie entscheidender Beweis geliefert. Die Versuche Mialhe's, aus denen er folgerte, dass Mangel an Alkalien im Blute Grund des Diabetes sei, indem wegen dieses Mangels an Alkali die Oxydation des Zuckers im Blute nicht erfolgen könne, hat vor der experimentalen Kritik ebenso wenig Stand gehalten, wie die Theorie Alvaro Reynoso's, die den Diabetes aus einer verlangsamten Respiration erklärte. Plausibler als diese beiden Theorien erscheint unzweifelhaft die von Cl. Bernard, nach welcher der Grund des Diabetes in einer excessiven zuckerbereitenden Thätigkeit der Leber zu suchen wäre. Die Gründe, welche zu Gunsten dieser Ansicht angeführt werden können, sind etwa folgende: die Umstände, unter welchen die Zuckerexcretion bei Diabetes vermehrt oder vermindert wird, stimmen mit denjenigen überein, unter welchen die Zuckerbildung in der Leber die entsprechenden Schwankungen erfährt. Längeres Fasten bewirkt absolute und relative Abnahme des Zuckers; ebenso wurde auch der Einfluss der Digestionsperiode entsprechend demjenigen auf die normale Zuckerproduction der Leber gefunden, endlich ist der grössere Zuckergehalt der Leber bei Diabetes, den zuerst Bernard beobachtete, von anderen Seiten her bestätigt. Sehr beachtenswerth ist auch die Thatsache, dass Diabetiker durch unersättlichen Appetit ausgezeichnet sind, was insofern mit obiger Theorie stimmt, als eine gesteigerte Zuckerproduction nicht wohl ohne reichlichere Zufuhr von Material gedacht werden kann. Obgleich nun aber selbst die pathologische Anatomie dieser Theorie insofern zu Hülfe kommt, als dieselbe in allen Fällen ausgesprochener Honigharnruhr pathologisch-anatomische Veränderungen des Lebergewebes, wenn auch gerade nicht specifische nachweist, so lassen sich doch anderseits gegen die Gültigkeit dieser Theorie so viele Gründe anführen, dass es vorläufig dahin gestellt bleiben muss, inwiefern sie dem thatsächlichen Verhältniss entspricht. Lehmann hebt hervor, dass man sich den Vorgang der gesteigerten Zuckerbildung in der Leber ohne gleichzeitige Vermehrung der Gallensecretion, die nach allen Erfahrungen bei Diabetes in der That nicht vorhanden ist, unter der Voraussetzung, dass im Harne Diabetischer die Hippursäure vermehrt erschiene, wofür neben einigen vorhandenen Anhaltspunkten allerdings noch weitere Beweise beizubringen wären, — und dass die Leber der Sitz der Bildung der Hippursäure wäre, wofür die Versuche von Kühne und Hallwachs

sprechen, etwa so denken könnte, dass die in die Leber eintretenden Albuminate einerseits in Hippursäure und anderseits in Zucker zerfielen. Wie übrigens durch die Piqûre Bernard's und durch Hirnreizung überhaupt eine gesteigerte Zuckerproduction der Leber bewirkt werden solle, ist vollkommen unaufgeklärt.

Schliesslich wollen wir nur der Vollständigkeit halber einer Theorie über den Diabetes Erwähnung thun, die auf Grund sehr wenig Vertrauen erweckender Versuche W. Pavy aufgestellt hat. Nach diesen Versuchen wäre der Diabeteszucker vom normalen Leberzucker dadurch unterschieden, dass letzterer viel rascher umgesetzt würde, wie ersterer, und es würde demzufolge der Diabetes nicht Folge einer gesteigerten, sondern einer veränderten Leberfunction sein, indem ein Zucker erzeugt würde, welchen das Blut nicht zu zerstören vermag. Auch Cl. Bernard unterscheidet übrigens schon den Leberzucker, und den weniger leicht zerstörbaren Diabeteszucker. Pavy hat unterlassen, den Beweis zu liefern, dass Diabeteszucker im Blute nicht zerstört werde.

Physiologische Bedeutung. Wenn man die Verwendung eines Theils des dem Körper von aussen zugeführten, und des in der Leber erzeugten Zuckers zur Fettbildung für erwiesen hält, so ergiebt sich die histogenetische Bedeutung desselben von selbst. Ebenso wird der übrige im Blute direct weiter umgesetzte Zucker durch diese seine Umsetzung ein wichtiger Factor zur Entwickelung der thierischen Wärme, er wird dadurch zum Respirationsmittel (s. unten). Ob übrigens der in Milchsäure und Buttersäure im Darm umgesetzte, durch diese seine Umsetzungsproducte irgend welche andere Arbeit noch im Körper verrichtet, ist ebenso unaufgeklärt, wie die Bedeutung seiner Production in der Leber.

Physiologische Bedeutung.

Literatur. Für Jene, welche die wichtigen Fragen, welche sich an die Production und die Umsetzungen des Zuckers im Organismus knüpfen, in den Bereich ihrer besonderen Studien ziehen wollen, geben wir eine Zusammenstellung der wichtigeren einschlägigen Literatur.

Alvaro-Reynoso: Compt. rend. XXXIII, 410. XXXIV, 18. — v. Babo u. Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. II, 321. — v. Becker: Zeitschr. für wiss. Zool. V, 137. — Cl. Bernard: Nouvelle fonction du foie. Paris 1853. — Deutsch von Schwarzenbach. Würzburg 1853. — Derselbe: Leçons de physiol. expériment. Paris 1856. II, 322. — Derselbe: Arch. général. de Med. XVIII, 303, Mémoir. de la soc. de biologie. 1849. 121. — Derselbe: Compt. rend. et Mém. de la soc. de biol. 1849. 24. 1851. 144. — Derselbe: Compt. rend. XXVIII, 373. — Derselbe: Leçons sur les effets des substances toxiques. Paris 1857. 161. — Cl. Bernard et Barreswil: Compt. rend. XXVII, 514. XXXI, 572. — Bouchardat: Compt. rend. 1851. 33 u. 543. — Bouchardat et Sandras: Compt. rend. 1845. XX, 143, 303, 1026. — Chauveau: Compt. rend. 1856. I. Nr. 21. — Frerichs u. Städeler: Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Zürich. III. — Harley: British and foreign med. chir. review. XXXIX. 1857. — Heynsius: Holl. Beiträge. 1857. I, 242. — Hoppe: Arch. f. path. Anat. X, 140. — Jeannel: Gaz. méd. de Paris. 1857. 20. — Kersting: Dissert. inaug. Lipsiae 1844. —

A. W. Kühne: Ueber künstl. Diabetes bei Fröschen. Dissertat. Göttingen. 1856. — Lehmann: Phys. Chemie. I, 375. — Zoochemie. 381, 65. — Ber. der k. s. Gesellsch. d. W. zu Leipzig. 1850. III, 139. — Ebendas.: 1856. VII, 2. — Derselbe: Schmidt's Jahrb. f. d. g. Med. 1858. XCVII, 1. — J. Liebig: Thierchemie. 1846. 102. — Magendie: Compt. rend. XXX, 191. — Mialhe: Compt. rend. XXX. — Mialhe et Contour: Compt. rend. XIX. 1844. 111. — Michéa: Compt. rend. XXXIII, 606. — Mosler: Beitr. zur Kenntniss der Urinabs. Dissert. 1853. Giessen. Oré: Compt. rend. 1856. Nr. 9. — W. Pavy: Guy's Hosp. Rep. III, 1. u. Schmidt's Jahrb. XC, 275. — Derselbe: Guy's Hosp. Rep. IV, 291, 315. — Petters: Prag. Vierteljahrschr. LV, 81. — Pfeufer u. Löwig: Zeitschr. f. rat. Med. I, 451. — Poggiale: Compt. rend. XLII, 198. 1856. Nr. 5. — Sanson: Journ. de Physiol. I, 244. 1858. — M. Schiff: Nachr. der Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1856. 241. — Schrader: Nachr. der Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1857. Nr. 15. März 59. — C. Schmidt: Charakteristik d. epid. Cholera. Mitau u. Leipzig. 1850. 161. — Stokvis: Bijdragen tot te kennis von de suikerforming in de lever. Dissert. 1856. Utrecht. — Derselbe: Wiener med. Wochenschr. 1857. 235. — Uhle: De saccharo in urinam aliquamdiu transeunte. Dissert. Lipsiae. 1852.

Milchzucker: $C_{12} H_{11} O_{11} + aq.$

Milchzucker.

Milchweisse, spiegelnde, vierseitige, mit vier Flächen zugespitzte Säulen, hart und zwischen den Zähnen knirschend. Schmeckt schwach süss, ist in kaltem Wasser schwerer löslich als Rohr- und Traubenzucker, löst sich leicht in kochendem Wasser, ist aber unlöslich in Alkohol und Aether. Seine wässerige Lösung dreht die Polarisationsebene nach rechts, und zwar mehr rechts als Traubenzucker, aber weniger als Rohrzucker. Bis auf 130° C. erhitzt, verliert er sein Krystallwasser, stärker erhitzt geht er in das braune amorphe Lactocaramel: $C_{12} H_{10} O_{10}$, über. Mit Basen bildet er Saccharate, reducirt schon in der Kälte alkalische Kupferoxydlösungen, besitzt aber ein geringeres Reductionsvermögen wie Traubenzucker. Bei dieser Reduction werden saure Producte gebildet (Gallactinsäure u. Pectolactinsäure). Verdünnte Säuren verwandeln den Milchzucker in Lactose: eine direct gährungsfähige Zuckerart, welche aber vom Traubenzucker in Krystallform, Rotationsvermögen, und durch die Unfähigkeit, sich mit Kochsalz zu verbinden, abweicht. Salpetersäure verwandelt ihn in Weinsäure, Schleimsäure und Oxalsäure.

Durch Hefe geht er zuerst in Lactose über, dann aber in Weingeist und Kohlensäure; faulende stickstoffhaltige Materien verwandeln ihn in Milch- und Buttersäure.

Vorkommen.

Vorkommen. Milchzucker ist bisher nur im Thierreiche, und mit voller Sicherheit auch hier nur in der Milch der Säugethiere aufgefunden worden. Ueber die wechselnden Mengenverhältnisse dieses Milchbestandtheils verweisen wir auf den III. Abschnitt unter Milch.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Der Milchzucker ist in der Milch in einfacher Lösung enthalten, und kann daraus nach Abscheidung des Caseins und Fetts durch blosses Abdampfen krystallisirt erhalten werden.

Abstammung.

Abstammung. Dass der Milchzucker erst im Organismus erzeugt wird, geht unwiderleglich aus dem Umstande hervor, dass er demselben von aussen nicht zugeführt wird, ausser bei Milchgenuss, und dass der mit der Milch zugeführte schon im Darm weitere Veränderungen erfährt. Aus dem ausschliesslichen Vorkommen desselben in der Milch ergiebt

sich übrigens zur Genüge, dass er erst in den Brustdrüsen gebildet werden müsse, und es fragt sich nur, aus welchen Materialien er hier entsteht. Diese Frage ist nicht mit Sicherheit gelöst, allein wenn es ausserhalb des Organismus bisher auch nicht gelungen ist, Traubenzucker in Milchzucker überzuführen, so sprechen doch einige Thatsachen für die Bildung desselben aus Traubenzucker unter Bedingungen, die wir ausserhalb des Thierkörpers nicht herzustellen vermögen. v. Becker beobachtete nämlich, dass säugende Kaninchen, denen er Traubenzuckerlösung in das Blut injicirte, weit weniger Zucker, und nur auf kürzere Zeit durch den Harn ausschieden, als nicht säugende, und Cl. Bernard fand in der Milch weiblicher Kaninchen und Hunde, denen grosse Mengen Traubenzucker oder Rohrzucker ins Blut injicirt, oder die durch die Piqûre diabetisch gemacht waren, immer nur Milchzucker, während sich sonst in allen Flüssigkeiten Traubenzucker vorfand. Anderseits aber ist wohl ins Auge zu fassen, dass durch diese Experimente eigentlich nur bewiesen wird, dass unter Bedingungen, wie die der Injection von Traubenzucker ins Blut, die also weit entfernt sind, normale zu sein, letzterer in Milchzucker übergehen könne. Möglicherweise könnte die Bildung des Michzuckers in der Milchdrüse Folge einer Spaltung der Albuminate sein, und es wäre diese Annahme mit unseren Anschauungen über die Constitution der Albuminate im Einklange, während die Annahme, der Milchzucker entstehe aus Traubenzucker, an und für sich plausibel genug, immer auf eine Schwierigkeit stösst, nämlich die, dass sie voraussetzt, es werde der Brustdrüse während des Säugens mit dem Blute eine Menge von Traubenzucker zugeführt, die zur Bildung des in der täglich secernirten Milch enthaltenen Milchzuckers hinreichend erscheint, was jedenfalls voraussetzen würde, dass während der Thätigkeit der weiblichen Brustdrüse der in der Leber gebildete, und der aus den Kohlehydraten der Nahrung erzeugte Zucker im Blute nicht so rasch und vollständig verschwände, wie es unter gewöhnlichen Bedingungen der Fall ist.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt aus demselben. Der Milchzucker wird, insofern die Milch säugender Thiere Verwendung findet, mit derselben natürlich als solcher ausgeschieden. Insofern dieselbe aber wieder resorbirt wird, kehrt er in den allgemeinen Kreislauf zurück, und wird hier wahrscheinlich in ähnlicher Weise weiter verwandelt, wie Krümelzucker. Wenigstens hat man nach dem Entwöhnen, und bei dem Verschwinden der Milch aus den Brustdrüsen, den Milchzucker als solchen im Blute oder anderen thierischen Flüssigkeiten nie nachgewiesen. Wird er in der Milch von aussen her dem Organismus zugeführt, so verschwindet er schon im Darme ziemlich rasch und verhält sich im Darmcanal überhaupt ganz analog dem Traubenzucker. Cl. Bernard ist der Ansicht, dass eine bestimmte Quantität Milchzucker im Darm als solcher zur Resorption gelangen könne, allein er fand, dass er in Berührung mit Pankreassecret sehr bald in Traubenzucker übergehe.

Dem ganz entsprechend hat Frerichs nach Fütterung mit Milch ein sehr rasches Verschwinden des Milchzuckers aus dem Magen beobachtet. Dafür, dass sich der Milchzucker im Blute ähnlich dem Krümelzucker verhält, sprechen auch Injectionsversuche. Aehnlich wie Traubenzucker verschwindet er im Blute so lange, bis seine Menge in selbem eine gewisse Höhe erreicht hat, dann aber geht er in den Harn als Traubenzucker über.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des Milchzuckers ist die eines Bestandtheils der Milch, nämlich die eines wichtigen Nahrungsmittels. Der Ernährungswerth der Milch wird wesentlich durch die darin enthaltene bestimmte Mischung von Albuminaten, Kohlehydraten, Fetten und Salzen repräsentirt.

Inosit: $C_{12}H_{12}O_{12} + 4$ aq. (kryst.)

Inosit.

Meist blumenkohlartig gruppirte, zuweilen aber auch einzeln anschiessende und dann 3 bis 4''' lange Krystalle, dem klinorhombischen System angehörend. Verwittern an der Luft, schmecken deutlich süss, sind in Wasser leicht löslich, schwer in Weingeist, unlöslich in Alkohol und Aether. Der Inosit wird durch Kochen mit Säuren oder mit Alkalien nicht verändert, seine wässerige Lösung gährt mit Bierhefe nicht, und löst Kupferoxydhydrat, ohne es beim Kochen und Gegenwart von Alkalien zu reduciren. In Berührung mit faulenden Albuminaten verwandelt er sich in Milch- und Buttersäure. Beim Erhitzen auf Platinblech verbrennt er ohne Rückstand. Längere Zeit mit concentrirter Salpetersäure behandelt geht er in Nitroinosit über, der Silberoxyd und Kupferoxyd reducirt.

Wird Inosit auf Platinblech mit etwas Salpetersäure vorsichtig fast zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Ammoniak und einem Tropfen Chlorcalciumlösung versetzt und vorsichtig zur Trockne abgedampft, so entsteht eine lebhaft weinrothe Färbung, die noch $\frac{1}{30}$ Gran Inosit erkennen lässt (Scherer's Probe).

Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. V. Fig. 3.

Vorkommen.

Vorkommen. Der Inosit wurde bisher gefunden: im Herzmuskel, im Gewebe der Leber, der Lunge, der Milz, der Nieren, im Gehirn, und pathologisch im Harn bei Morbus Brighti nach dem Gebrauche von Drasticis im Stadium der Urämie, in einem Fall von Diabetes, wo Inosit allmählich an die Stelle des ursprünglich vorhanden gewesenen Traubenzuckers trat, und endlich in den willkürlichen Muskeln von Säufern in sehr erheblicher Menge. Im Herzmuskel der betreffenden Leichen war Inosit nicht nachzuweisen, dagegen fand sich in einem Falle eine kleine Menge im Zellgewebssaft (Valentiner).

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Der Zustand des Inosits im Organismus ist nach Allem, was wir von ihm wissen, wohl der der einfachen Lösung.

Abstammung.

Abstammung. Auch über die Abstammung des Inosits herrschen Zweifel. Dass er im Organismus selbst erst erzeugt wird, dürfte wohl mit Bestimmtheit anzunehmen sein, denn ausser in den Bohnen hat man

Inosit in keiner Pflanze gefunden. Sein Vorkommen in so verschiedenen Organen lässt keine Deutung zu, die wahrscheinlicher wäre wie die, dass er ein Umsetzungsproduct der Albuminate sei, wodurch er allerdings zu einem der regressiven Stoffmetamorphose angehörigen Factor würde, und in der nächsten Unterabtheilung erst besprochen werden sollte. Allein der von Vohl beobachtete merkwürdige Fall eines Diabetes inositus, wo Inosit nach Traubenzucker im Harn auftrat, lässt immerhin die Möglichkeit seiner Bildung aus irgend einem Kohlehydrat zu, während anderseits durch nichts bewiesen ist, dass er als ein rein excrementieller Körper aufzufassen sei, dem keine weitere Bedeutung im Körper mehr zufiele.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Der Inosit ist kein Bestandtheil normaler Excrete, er muss daher im Organismus weitere Verwandlungen erfahren. Dass er dabei ähnliche Producte liefern werde, wie die eigentlichen Zuckerarten, ist mindestens wahrscheinlich, gewiss aber, dass seine Endproducte keine anderen sein können, wie Kohlensäure und Wasser. Sehr wahrscheinlich ist es ferner, dass eines seiner Zwischenproducte die im Thierkörper ebenfalls so sehr verbreitete Milchsäure ist. Dafür spricht einerseits die Leichtigkeit, mit der er in Buttersäure und Milchsäure zerfällt, und anderseits das häufig gleichzeitige Vorkommen beider, was so zu verstehen ist, dass wo bisher Inosit nachgewiesen wurde, sich auch Milchsäure findet, nicht aber umgekehrt.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Dieselbe ist, wie sich schon aus Obigem zur Genüge ergiebt, völlig unaufgeklärt.

Scyllit

nennen Frerichs und Städeler einen von ihnen in mehreren Organen der Plagiostomen, am reichlichsten in den Nieren des Rochen und Haifisches, aber auch in der Leber und Milz dieser Thiere aufgefundenen Stoff, der dem Inosit sehr ähnlich ist, sich aber davon durch nachstehende Charaktere unterscheidet:

Krystallisirt in abweichenden Krystallformen, hat kein Krystallwasser, ist schwer löslich in Wasser und giebt nicht die Scherer'sche Inositreaction. In Salpetersäure ohne Zersetzung löslich. Zusammensetzung unbekannt.

Glykogen. Zuckerbildende Substanz der Leber.

Glykogen.

Gereinigt ein schneeweisses, mehlartiges Pulver, unter dem Mikroskop vollkommen amorph, geschmack- und geruchlos, quillt in Wasser kleisterartig auf, und löst sich beim Erwärmen rasch zu einer opalisirenden Flüssigkeit. In Alkohol und Aether unlöslich. Jod bewirkt maronenbraune bis dunkelrothe Färbung. Speichel, Pancreassaft, Lebersaft, Blut, Diastas und verdünnte Säuren verwandeln es sehr rasch in Traubenzucker; Salpetersäure giebt in der Kälte Xyloidin, beim Kochen Oxalsäure.

Wird zuweilen in Gestalt einer gelblich-weissen, gummiähnlichen Masse erhalten, deren übrige Eigenschaften sonst keine wesentlichen Verschiedenheiten darbieten. Von Kupferoxyd-Ammoniak wird das Glykogen gelöst, und durch Salzsäure aus der Lösung wieder gefällt.

Die Analysen verschiedener Präparate führten zu den Formeln: $C_{12}H_{10}O_{10}$, $C_{12}H_{12}O_{12}$, $C_{12}H_{14}O_{14}$.

Vorkommen. **Vorkommen.** Das Glykogen, welches nach Obigem in seinen Eigenschaften ungefähr zwischen Stärke und Dextrin die Mitte hält, findet man vor Allem in der Leber, und zwar als constanten Bestandtheil derselben, so lange das Organ normal functionirt. Bei Krankheiten dieses Organs aber, und bei Ernährungskrankheiten überhaupt verschwindet das Glykogen, wie es anderseits auch darin bei Embryonen erst in einem bestimmten Stadium ihrer Entwickelung gleichzeitig mit der Gallenbildung auftritt. Sowie endlich der Zuckergehalt der Leber von der Art der Nahrung unabhängig ist, so verschwindet auch das Glykogen nicht, wenn die Thiere ausschliesslich mit Fleisch gefüttert werden. Während der Periode des Fötallebens tritt, wie Cl. Bernard gefunden hat, diese Substanz ebenfalls auf, und zwar bei Nagern: Kaninchen, Meerschweinchen u. dgl., in einer zwischen mütterlicher und embryonaler Placenta gelegenen Zellenmasse, bei Wiederkäuern in die innere Fläche des Amnion überziehenden Zellen, welche aber im dritten bis vierten Monat des Embryonallebens schwinden. So lange jene Zellen aber vorhanden sind und functioniren, wird in der Leber kein Zucker gebildet. Es beschränkt sich übrigens das Vorkommen des Glykogens bei Embryonen keineswegs auf die oben erwähnten Zellen, denn nach den neuesten Untersuchungen von Cl. Bernard können alle epithelialen Gebilde der äusseren Haut- und Schleimhautflächen zu einer gewissen Periode des Fötallebens Glykogen enthalten. Nicht auffinden konnte es Cl. Bernard in den serösen Häuten, und ebensowenig in den Drüsen, während es sich in den mit Epithelium überkleideten Drüsenausführungsgängen vorfand; ebenso fand es Cl. Bernard im Muskelgewebe zu jener Periode, wo die histologischen Elemente desselben sich deutlich zu entwickeln beginnen. Sowie aber die definitive Bildung des Epitheliums beginnt, gegen den dritten oder vierten Monat, verschwindet das Glykogen allmählich. Endlich enthalten nach den Versuchen von Poggiale, die er als Mitglied einer Commission der Akademie zur Prüfung einiger Angaben Figuier's und Sanson's anstellte, die Organe (Fleisch) herbivorer Thiere, vorzugsweise bei sehr reichlicher Fütterung mit Amylaceis, zuweilen Glykogen, aber immer ist die Menge desselben in diesen Organen geringer, wie in der Leber.

Die mancherlei Angaben von Figuier, Sanson u. A., wonach das Glykogen mit Dextrin identisch wäre, welches aus dem Blute und von der Nahrung stamme, und nicht allein in der Leber, sondern auch in anderen drüsigen Organen, in den Muskeln, im Pfortaderblute sogar nachgewiesen werden könne, beruhen, wie jetzt als entschieden anzusehen ist,

auf Irrthum, und sind von der Kritik auf dem Wege des Experimentes widerlegt.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Das Glykogen ist nach den Untersuchungen von Schiff, mit denen auch die von Cl. Bernard an embryonalen Geweben gemachten Beobachtungen übereinstimmen, nicht in Lösung, sondern in Gestalt von Zellen abgelagert. In den Leberzellen finden sich nach Schiff kleine Körnchen, die rund, von blassen Contouren, in Alkohol und Aether unlöslich, durch Jod bräunlich gefärbt werden, und grosse Aehnlichkeit mit den Stärkekörnchen der Dahlien und Arnicaarten zeigen; diese Körnchen vermehren sich in der Leber von Batrachiern in ausserordentlicher Weise, wenn, wie diess bei den Batrachiern zur Winterszeit der Fall ist, das Ferment, welches sie in Dextrin und Zucker verwandelt, in der Leber und im Blute fehlt; da nun, wenn man Fermente auf diese Leberzellen einwirken lässt, sich diese Körnchen vermindern, während gleichzeitig Zucker auftritt, die Zuckerbildung aber aufhört, wenn keine Körnchen mehr vorhanden sind, so erscheint es um so wahrscheinlicher, dass diese von Schiff beschriebenen Körnchen das Glykogen enthalten, als Nasse gefunden hat, dass zwischen diesen Körnchen und ihrer Anzahl einerseits, und zwischen der Zuckermenge, welche man aus der Leber erhalten kann, und der Färbung der Leber bei den Säugethieren ein gewisses Verhältniss besteht. Diese Beobachtungen Nasse's wurden von Schiff ebenfalls bestätigt, und derselbe hat ausserdem auch noch gefunden, dass diese Körnchen während der Zuckerbildung in Wasser löslich werden, indem sie zu gelblichen Tröpfchen zerfliessen. Im Frühjahre, wo bei den Fröschen das Ferment auftritt, vermindern sich diese Körnchen, und endlich spricht auch noch für die fragliche Natur dieser Körnchen der Umstand, dass sie mit Zucker und Schwefelsäure nicht die für stickstoffhaltige Gewebe charakteristische purpurrothe Färbung annehmen. Die Richtigkeit aller dieser Beobachtungen vorausgesetzt, wäre demnach das Glykogen in den Leberzellen in Gestalt von Körnchen enthalten, und jenes Glykogen, welches man isolirt hat, und das jeder Organisation entbehrt, wäre keineswegs ein präexistirendes anatomisches Element, sondern das Product der Zerstörung der thierischen Stärke (Schiff) durch die analytische Methode. Auch beim Fötus ist das Glykogen in Zellen eingeschlossen, die in ihrem ganzen Verhalten eine grosse Analogie mit den Leberzellen zeigen (Cl. Bernard).

Abstammung.

Abstammung. Nach dem Gesagten versteht es sich von selbst, dass alles, was auf die Abstammung des in der Leber vorkommenden Zuckers Bezug hat, auf das Glykogen volle Anwendung findet. Auch hier spricht die Unabhängigkeit des Auftretens des Glykogens in der Leber von der Art der Nahrung, für eine Entstehung desselben durch Spaltung gewisser Bestandtheile des Blutes, und namentlich der Albuminate.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Es darf wohl von vornherein als mindestens wahrscheinlich angesehen werden, dass bei der Leichtigkeit, mit welcher durch thierische und andere Fermente das Glykogen in Zucker verwandelt wird, eine solche Umwandlung desselben auch im Organismus stattfinden wird, in welchem Falle der in der Leber auftretende Zucker nicht direct aus gewissen Bestandtheilen des Blutes entstände, sondern in ähnlicher Weise wie bei den Pflanzen durch eine Gährung, und zwar aus einer Substanz: hier dem Glykogen oder der thierischen Stärke, die sich unter der Einwirkung eines Ferments in Zucker verwandelt. Diese theoretische Voraussetzung ist übrigens durch das Experiment als bewiesen zu betrachten, seit es Cl. Bernard gelungen ist, die Existenz eines derartigen Fermentes in der Leber und im Blute zu beweisen, durch welches überdiess die von Schiff erlangten Resultate allein ihre naturgemässe Erklärung finden. Einer der schlagendsten Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung liegt endlich in den von Cl. Bernard gemachten Beobachtungen, welche ergaben, dass die Leber erwachsener und gesunder Thiere nach dem Tode, und wenn sie von dem während des Lebens gebildeten Zucker durch sorgfältiges Ausspritzen des Organs befreit ist, von Neuem Zucker erzeugt. Dieses Resultat wurde von Schiff auch bei der Leber eines Hingerichteten constatirt. Der Versuch, die Zuckerbildung in der Leber überhaupt nur als eine Leichenerscheinung aufzufassen (W. Pavy), kann, so lange er nicht auf gründlichere Untersuchungen sich stützt, den obigen Thatsachen gegenüber keine ernstliche Beachtung beanspruchen. Die Umwandlung des Glykogens in der Leber in Zucker als bewiesen angenommen, fallen alle weiteren Verwandlungen desselben im Organismus mit denen des Zuckers zusammen, die wir bereits erörtert haben.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des Glykogens in der Leber fällt im Allgemeinen mit jener des Leberzuckers zusammen, nur erscheint es hier als intermediäres Product der in der Leber vor sich gehenden Veränderungen gewisser Blutbestandtheile. Seitdem man aber die wichtige Thatsache seines Vorkommens in den fötalen Geweben zur Zeit ihrer Entwickelung, und sein Verschwinden in diesen zur Zeit, wo es in der Leber auftritt, ermittelt hat, erscheint die physiologische Bedeutung dieses Kohlehydrats in einem neuen und sehr wesentlichen Lichte. Aus dieser Thatsache ergiebt sich eine merkwürdige Analogie der pflanzlichen und thierischen Entwickelung; sowie sich bei den Pflanzen die Stärke in den den Pflanzenembryo umgebenden Zellen anhäuft, ebenso sammelt sich das Glykogen um den Fötus des Thieres herum an. Bei Thieren und Pflanzen scheint das Glykogen ein wesentlicher Bestandtheil des Protoplasma zu sein, aus dem sich die Organisation entwickelt. Diess darf wohl als ein nicht zu verkennender Fingerzeig betrachtet werden, dass das Glykogen eine histogenetische Bedeutung hat, und es gewinnt dadurch die Annahme, dass Kohlehydrate überhaupt zur Fett-

bildung verwendet werden können, eine mächtige Stütze. Anderseits ist beim Erwachsenen die Bildung des Glykogens abhängig von den normal vor sich gehenden Ernährungserscheinungen; wir wissen, dass die Glykogenbildung in der Leber bei Störungen der Ernährung sofort aufhört, während das Ferment noch forterzeugt wird. Die Substanz also, welche die Entwickelung der Organe des Fötus vermittelt, wird auch im Ernährungsprocess des Erwachsenen von einem Organe erzeugt, in welchem sich dieselbe in dem Momente einstellt, in welchem die Function desselben beginnt, und in dem sie aus dem Protoplasma und aus den werdenden Geweben verschwindet. Es ist endlich ein sehr bemerkenswerther Umstand, dass die Glykogen-führenden Amnionzellen in ihrem Bau und ihren Reactionen eine grosse Analogie mit den Leberzellen darbieten. Das Glykogen, bei Erwachsenen ein Product intermediärer Spaltungen, dient sonach auch hier sehr wahrscheinlich noch der progressiven Stoffmetamorphose, es spielt noch eine Rolle im Ernährungsprocess, sowie es eine solche beim Fötus in der Entwickelung der Gewebe spielt.

Literatur: Die wichtigere Literatur über diesen noch vielfach der Controverse unterliegenden Gegenstand stellen wir in Folgendem zusammen. Cl. Bernard: Leçons faites au Collége de France. 1854. I. Vol. p. 241, 393; Compt. rend. XLI. 1855; Leçons 1857. T. IV. p. 444. T. VII. p. 125; Compt. rend. XLIV. 23. Mars; Compt. rend. XLIV. p. 1330; Compt. rend. XLVIII. p. 77, 673, 884. — Hensen: Arch. f. pathol. Anat. IX, 214; Verhandl. der Würzb. med. phys. Gesellsch. VII. 2tes Heft; Arch. f. path. Anat. XI, 395. — M. Schiff: Arch. f. physiol. Heilkunde. N. F. I, 263. — Derselbe: Compt. rend. XLVIII. p. 880. — E. Pelouze: Compt. rend. XLIV, 1321. — Kekulé: Verhandl. d. naturhist. med. Vereins zu Heidelberg. Nr. IV. 1858. — Fr. Lochner: Ueber die zuckerbild. Substanz der Leber. Erlangen 1858. Dissert. — Gorup-Besanez: Ann. d. Chem. u. Ph. Bd. CXVIII. S. 227. — Valentin: Unters. zur Naturlehre. III, 195. — Figuier: Compt. rend. I. 1857. Nr. 23. II. Nr. 4; Gaz. hebdomad. Nr. IV. Nr. 24. Nr. 33, 35; Gaz. méd. Nr. 25, 32. — Sanson: Compt. rend. 1857. I. Sem. Nr. 22. I. Nr. 26. II. Nr. 10; Gaz. méd. 1857. Nr. 32; Journ. de Physiol. 1858. I, 244. — Poiseuille et Lefort: Compt. rend. 1858. I. p. 565; Gaz. méd. Nr. 31; Compt. rend. 1858. I. p. 677. — Poggiale: Journ. de Physiologie. 1858. I, 549. — Brachet: De la glycogènie hepatique. Lyon 1856. — Bérard: Gaz. hebdomad. IV. Nr. 21. 1857. — Lehmann: Schmidt's Jahrb. XCVII. I, 1. — H. Nasse: Arch. f. wissensch. Heilkunde. 1858. IV, 75. — Bonnet: 1857. Compt. rend. II. Sér. Nr. 4. — Gaz. méd. Nr. 32. — W. Pavy: Guy's hospital rep. 1858. Vol. IV, 291, 315. — Moreau: 1858. Gaz. méd. Nr. 19. — Serres: Compt. rend. XLVIII, p. 86. Vergl. im Uebrigen die Literatur über Zuckerbildung im Thierkörper. S. 207.

Dextrin: $C_{12}H_{10}O_{10}$.

Kommt in den meisten Eigenschaften, sowie auch in äusserem Ansehen mit dem gewöhnlichen Gummi überein. Die Unterscheidungsmerkmale sind, dass es die Polarisationsebene des Lichtes stark nach rechts dreht, bei der Behandlung mit Salpetersäure keine Schleimsäure, sondern nur Oxalsäure giebt, und endlich von Bleiessig Dextrin.

nicht gefällt wird. Durch Diastas und verdünnte Säuren wird es in Traubenzucker verwandelt.

Vorkommen. **Vorkommen.** Dextrin findet sich nach Sanson, Pelouze und Bernard im Blute der Lungen und anderer Organe, und zwar sowohl bei Carnivoren als bei Herbivoren, bei letzteren jedoch in grösserer Menge. Poiseuille und Lefort dagegen vermochten kein Dextrin im Blute mit Fleisch gefütterter Hunde nachzuweisen. Auch im Darminhalt findet es sich zuweilen. Es kann nicht bezweifelt werden, dass das im Thierkörper vorkommende Dextrin theils vom Glykogen der Leber, theils von der Nahrung stammt.

Seine sonstigen physiologischen Beziehungen fallen mit denen des Glykogens und Zuckers zusammen.

II. Producte der eigentlich regressiven Stoffmetamorphose.

a. Stickstoffhaltige amidartige Körper.

Leucin: $C_{12} H_{13} N O_4$.

Leucin. Perlmutterglänzende, schneeweisse Blättchen und Schüppchen, unter dem Mikroskop sich unter der Form feiner concentrisch gruppirter, zuweilen kugelige Massen bildender Nadeln darstellend. Geschmack- und geruchlos, bei 170° C. sublimirend, und stärker erhitzt sich unter Bildung von Amylamin zersetzend. Löslich in Wasser, unlöslich in kaltem Alkohol und Aether; löst sich in kochendem Weingeist, fällt aber beim Erkalten grösstentheils wieder heraus. Seine Lösungen sind vollkommen neutral. Giebt bei der Behandlung mit salpetriger Säure Leucinsäure, verwandelt sich mit Kalihydrat erhitzt in valeriansaures Kali, und liefert mit Bleisuperoxyd erwärmt Butyraldehyd und Valeronitril. Verbindet sich mit Säuren und Basen. Die Verbindungen mit Säuren sind in Wasser löslich und krystallisirbar, die salzsaure Verbindung giebt mit Platinchlorid ein Doppelsalz.

Mikroskop. Krystallformen des Leucins bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 2.

Vorkommen. **Vorkommen.** Leucin wurde bisher aufgefunden: in der Pancreas und dem Pancreassafte in sehr reichlicher Menge, in der Milz, in der Thymusdrüse, der Thyreoidea, in der Parotis- und Submaxillardrüse, in den Lungen, in der Leber (in normaler in sehr geringer Menge, dagegen bei Leberkrankheiten, bei Typhus, Variola und anderen Krankheiten reichlicher), in der Galle Typhöser, im Mark der Nebennieren, den Nieren, im Gehirn des Rindes, in den Lymphdrüsen; ferner im leukämischen Blute, bei Leberkrankheiten auch im Blute der Lebervenen und Pfortader, im krankhaft veränderten menschlichen Speichel, im Harn bei acuter gelber Leberatrophie, Typhus und Blattern, im Eiter, nicht aber im normalen Blute und Muskelsafte. Dagegen hat Valentiner es im Herzfleische von vier an verschiedenen Krankheiten verstorbenen Individuen aufgefunden (in Folge beginnender Fäulniss?); endlich fand man Leucin in der mit grüner Galle reichlich gefüllten Gallenblase eines Sarcoramphus Papa (Berlin), im Magen und Darminhalt der Puppen von Sphinx

pinastri und Cossus ligniperda, bei Arthropoden: im Flusskrebs, Spinnen, Raupen und Puppen, sowie in den Schmetterlingen, und überhaupt bei niederen Thieren ziemlich verbreitet.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Ueber die Zustände des Leucins im Organismus wissen wir nichts, doch liegt kein Grund vor, es im Organismus in einem anderen Zustande, als in dem der einfachen Lösung anzunehmen.

Abstammung.

Abstammung. Ueber die Abstammung des Leucins, welches im Thierkörper vorkommt, kann kein Zweifel sein. Wenn man bedenkt, dass die Albuminate unter der Einwirkung der verschiedensten zersetzenden Agentien: der Säuren, der Alkalien und der Fäulniss, Leucin geben, und dass nur aus Albuminaten, und den ihnen nahe stehenden Albuminoiden bisher Leucin erhalten werden konnte, wenn wir von seiner synthetischen Darstellung aus Valeraldehyd-Ammoniak und Cyanwasserstoff absehen, so wird man nicht umhin können, zuzugeben, dass über den Ursprung kaum einer anderen im Thierkörper vorkommenden Substanz so unzweideutige Anhaltspunkte vorliegen, und dass für eine andere Abstammung wie die aus Albuminaten und Albuminoiden, nicht ein plausibler Grund vorgebracht werden kann. Kann es demnach als feststehend angesehen werden, dass das Leucin von den Albuminaten und Albuminoiden stammt, so entsteht allerdings eine weitere Frage, nämlich die, ob das im Thierkörper aufgefundene Leucin als ein während des Lebens gebildetes Zwischenproduct der regressiven Stoffmetamorphose anzusehen ist, oder ob es da, wo es bisher gefunden wurde, erst in Folge einer fauligen Zersetzung während der Bearbeitung der fraglichen Objecte entstand, sonach nicht als Educt, sondern als Product der betreffenden Untersuchungen zu betrachten sei. Die letztere Ansicht hat bis in die jüngste Zeit einzelne Vertreter gefunden (Virchow, Lehmann). Obgleich nun nicht geläugnet werden soll, dass manches bei Untersuchungen von thierischen Organen erhaltene Leucin erst während der Untersuchung entstanden sein mag, so ist diess doch nicht mehr als eine Voraussetzung, die für die einzelnen betreffenden Fälle durchaus nicht bewiesen ist, und die, wenn sie sich auf pathologisch-anatomische Beobachtungen stützt, eine wenigstens für die genauer und umsichtiger ausgeführten Untersuchungen thierischer Organe nicht zutreffende ist, weil diese Organe entweder noch warm, oder längstens wenige Stunden nach dem Tode der Thiere in Arbeit genommen wurden. Man hat ferner Leucin und Tyrosin als Fäulnissproducte der Albuminate nachgewiesen, und zwar als Producte einer schon weit vorgeschrittenen Fäulniss, nicht aber bei beginnender Zersetzung derselben. Man hat zur Begründung der Ansicht, wonach das Leucin erst durch eine Zersetzung der Untersuchungsobjecte ausserhalb des Organismus entstehen soll, angeführt, dass, wenn man die Untersuchungsobjecte, statt sie vorher zu zerkleinern, in bereit stehendem siedenden Wasser kocht und dann erst noch mit Alkohol behandelt, man wenig oder

gar kein Leucin und Tyrosin daraus erhalte, während aus denselben Objecten bei der gewöhnlichen Behandlung, diese Stoffe in grösserer Menge erhalten werden können. Man bedachte dabei offenbar nicht, dass rasches Aufkochen eiweissartige Körper: demnach coagulable Materien enthaltender Substanzen, und noch dazu bei nachheriger Behandlung mit Alkohol, der sicherste Weg ist, um die Extraction löslicher Materien aus solchen Objecten mehr oder minder vollständig unmöglich zu machen; man vergass, dass bei gleicher Behandlung eines Stückes Fleisch man sicher keine geniessbare Suppe erhalten würde, dass rasches Aufkochen des Fleisches vielmehr der beste Weg ist, um eine Extraction der löslichen Bestandtheile zu verhindern. Wir bezweifeln sehr, ob es nach dieser Methode auch mit Hinweglassung des Alkohols gelingen würde, aus Fleisch Kreatin und Kreatinin zu erhalten, und wir können es nicht glauben, dass irgend Jemand im Ernste daraus den Schluss ziehen würde, das Kreatin und Kreatinin seien während der Zerkleinerung des Fleisches, der Extraction mit kaltem Wasser u. s. w. erst entstanden, am allerwenigsten aber würde man sich darüber wundern können, wenn nach vorgängiger Zerkleinerung des Fleisches, und Behandlung mit kaltem Wasser u. s. w. daraus bei weitem mehr Kreatin erhalten würde, wie dann, wenn ein ganzes Stück Fleisch in kochendes Wasser eingetragen wäre. Ebensowenig scheinen Diejenigen, welche das Leucin schlechthin als cadaveröse Abscheidung bezeichnen, erwogen zu haben, woher es dann komme, dass gesunde Lebern nur sehr geringe Mengen von Leucin enthalten, während bei gewissen Krankheiten darin reichliche Mengen nachgewiesen werden können, warum aus dem normalen Blute, warum aus dem normalen Muskelsaft kein Leucin erhalten werden kann, und warum gerade aus gewissen Drüsen, z. B. aus der Bauchspeicheldrüse, so besonders reichliche Mengen gewonnen werden können (Scherer erhielt in einem Falle 7,37 Proc. der festen Bestandtheile). Indem aber alle diese Fragen von den Anhängern der cadaverösen Abscheidung unbeantwortet gelassen werden, reduciren sich ihre Gründe auf so schwache Anhaltspunkte, dass ihnen eine durchgreifende Bedeutung bei objectiver Würdigung derselben unmöglich beigemessen werden kann. Zwei Beobachtungen allein reichen hin, diese exclusive Anschauung gänzlich zu widerlegen. Einerseits die Thatsache des Auftretens von Leucin im Harn bei gewissen Krankheiten (Frerichs und Städeler, Schmeisser) und anderseits ein von Scherer angestellter Versuch, der aus einer Pancreasdrüse reichliche Mengen von Leucin erhielt, die unmittelbar nach der Tödtung des Thieres noch warm zerschnitten, und in eine Bleizuckerlösung gelegt war.

Die ausführlichere Beleuchtung dieser Frage mag darin ihre Rechtfertigung finden, dass wir es für zweckmässig hielten, in diesem für Aerzte und Physiologen bestimmten Werke unseren Lesern bei wichtigeren controversen Fragen Gelegenheit zu bieten, sich ein eigenes Urtheil zu bilden, und Gründe und Gegengründe abzuwägen.

Die Frage, wie das Leucin und das selbes häufig begleitende Tyrosin aus den Albuminaten und Albuminoiden enstehen, ist vorläufig noch nicht mit Sicherheit zu beantworten. Bei einer Vergleichung der Bedingungen, unter denen die eiweissartigen, die albuminoiden und die Leimkörper Leucin und Tyrosin liefern, mit denen, welche im thierischen Körper vorhanden sein können, leuchtet es ein, dass zunächst an einen gährungsartigen Vorgang gedacht werden muss, der durch bestimmte Fermente in den betreffenden Organen eingeleitet würde (Städeler und Frerichs). Diese Hypothese wird unterstützt durch die Erfahrung, dass Leucin und Tyrosin vorzugsweise in Organen vorkommen, die wie die Speicheldrüse und das Pancreas bekannte Fermente enthalten, und dass ausnahmlos die Hauptorte ihres Vorkommens solche sind, in denen Albuminate in Behältern längere Zeit aufgespeichert sind. Da der Blut- und Lymphstrom die einzelnen Organe fortwährend gewissermaassen auswäscht, da also die in jedem Organe gebildeten Zersetzungsproducte schliesslich in das Blut übergehen müssen, wenn nicht, wie bei der Leber und einigen anderen Drüsen, ein besonderer Abführungsgang vorhanden ist, so wäre es denkbar, dass die in dem einen Gewebe gebildeten Stoffe in ein anderes übergeführt würden (Frerichs und Städeler). Diess könnte namentlich für die Leber Geltung haben, welche ihr Blut direct aus der Milz, dem Pancreas und den Lymphdrüsen des Mesenteriums bezieht.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Da das Leucin nur in sehr seltenen pathologischen Ausnahmsfällen in den Harn übergeht, und auch in anderen Excreten nicht angetroffen wird, so muss es im Organismus weitere Veränderungen erfahren. Welcher Art aber diese Veränderungen sind, und welche Metamorphosen es erleidet, bis es seinen Endproducten entgegengeführt ist, und welche diese Endproducte sind, ist noch nicht ermittelt. Wenn es nicht in der Form von intermediären Producten aus dem Körper ausgeschieden wird, so bleibt wohl kaum eine andere Annahme, als die, dass sein Kohlenstoff als Kohlensäure, sein Wasserstoff als Wasser, und sein Stickstoff als Harnstoff den Körper verlässt, und da bis auf das geringe Stickstoffdeficit in der That der Stickstoff der Albuminate als Harnstoff wieder austritt, so muss das Leucin nothwendigerweise zur Bildung des Harnstoffs mit beitragen. Allerdings ist es bisher nicht gelungen, aus Leucin Harnstoff in unseren Laboratorien zu gewinnen, allein diess ist ja auch bei den Albuminaten selbst wieder zweifelhaft geworden, seitdem die Beobachtungen Béchamp's, der aus Albumin durch Behandlung mit übermangansaurem Kali Harnstoff dargestellt haben wollte, von Städeler nicht bestätigt werden konnten, und es beweist das negative Resultat dieser Versuche nur, dass die gedachte Ueberführung auf den eingeschlagenen Wegen nicht bewerkstelligt werden kann. Seiner chemischen Constitution nach kann das Leucin bekanntlich als Amidocapronsäure

betrachtet werden, und damit stehen auch die Untersuchungen über die Umsetzungen des Leucins unter der Einwirkung verschiedener Agentien im Einklange. So liefert es bei der Oxydation durch übermangansaures Kali nach den Versuchen von Neubauer Valeriansäure und Ammoniak, so geht es durch Gährung in Buttersäure und Ammoniak über, und so lassen sich seine Zersetzungsproducte fast immer auf Ammoniak einerseits, und auf flüchtige fette Säuren anderseits zurückführen. Das Ammoniak, welches man sehr häufig neben Leucin in gewissen Drüsen findet, könnte daher wohl aus dem Leucin entstanden sein, wie es auch bemerkenswerth ist, dass wo Leucin sich findet, auch flüchtige fette Säuren nicht fehlen, und wie denn selbst bei der Zersetzung der Albuminate durch Schwefelsäure, wobei reichliche Mengen von Leucin gebildet werden, wie ich gefunden habe, flüchtige Säuren auftreten. Ein Theil der flüchtigen durch die Umsetzung des Leucins gebildeten Säuren könnte in der Blutbahn weiter oxydirt werden, während ein anderer Theil derselben in der Form der flüchtigen Säuren des Schweisses aus dem Körper ausgeschieden werden könnte Es bliebe dann freilich noch zu erklären übrig, was mit dem Ammoniak geschieht. Es werden zwar mit dem Schweisse und auch mit dem Harne sehr geringe Mengen Ammoniak ausgeschieden, allein dieselben sind so gering, dass sie bei dieser Frage nicht in Betracht kommen können. Doch sind diess überhaupt nur Möglichkeiten, und wir wissen über die Metamorphosen des Leucins im Organismus ebensowenig Positives, als wie darüber, ob sich das Leucin und Tyrosin nicht etwa noch an dem Aufbau neuer Atomgruppen, bei der Bildung der Galle, des Hämatins z. B., betheiligen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Da wir die zuletzt erwähnte Möglichkeit zu eruiren vorläufig ausser Stande sind, so vermögen wir dem Leucin keine andere physiologische Bedeutung, wie die eines Productes der regressiven Stoffmetamorphose zuzuerkennen. Es ist in dieser Beziehung noch besonders erwähnenswerth, dass es zwar nicht als specifisches Umsatzproduct gewisser Organe aufzufassen ist, dass es aber nur in solchen Fällen und in solchen Organen reichlicher auftritt, wo reichliche Neubildung, eine rasche Auflösung, oder Zerfall der Elementartheile der Gewebe, besonders aber der zelligen Elemente stattfindet.

In der Bauchspeicheldrüse wurde einmal neben Leucin ein diesem homologer Körper $C_{10} H_{11} N O_4$, demnach in der Reihe unmittelbar vor ihm stehend, aufgefunden; bei einer späteren Untersuchung konnte derselbe aber nicht mehr nachgewiesen werden.

Tyrosin: $C_{18} H_{11} N O_6$.

Tyrosin.

Schneeweisse, feine, lange, übereinander gelagerte Nadeln, geschmack- und geruchlos, sehr schwer löslich in kaltem, ziemlich leicht in kochendem Wasser, unlöslich aber in Alkohol und Aether. In Säuren und Alkalien löslich, damit wenig constante Verbindungen eingehend. Aus einer Lösung in Ammoniak scheidet es sich

beim Verdunsten in grösseren Krystallen ab. Säuren schlagen es aus der alkalischen Lösung wieder nieder. Neutrales essigsaures Blei fällt Tyrosinlösungen nicht. Setzt man aber zu der mit Bleiessig versetzten Lösung etwas Ammoniak, so wird ein Theil des Tyrosins an Blei gebunden, gefällt.

Kocht man eine mit salpetersaurem Quecksilberoxyd vermischte Lösung des Tyrosins, so färbt sie sich schön roth, und nach kurzer Zeit entsteht ein tiefbraunrother Niederschlag (Tyrosinprobe).

Uebergiesst man Tyrosin mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure und erwärmt gelinde, so löst sich dasselbe mit vorübergehend tiefrother Farbe auf. Verdünnt man mit Wasser, setzt kohlensauren Baryt bis zum Verschwinden der sauren Reaction zu, kocht auf, um etwa gebildeten zweifach kohlensauren Baryt vollständig zu zersetzen, filtrirt, und setzt tropfenweise eine verdünnte Lösung von Eisenchlorid zu, so erhält man eine schön violette Färbung (Pirda-Städeler'sche Tyrosinprobe, sehr empfindlich).

Mit Schwefelsäure liefert das Tyrosin eine gepaarte Schwefelsäure: die Tyrosinschwefelsäure; mit Salpetersäure giebt es Nitrosubstitutionsproducte: Nitrotyrosin, Dinitrotyrosin, und einen rothen dem Hämatin in vielen Beziehungen ähnlichen Farbstoff: Erythrosin; mit Chlor behandelt liefert es gechlortes Chinon und Chloranil; mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure endlich liefert es Bittermandelöl, durch Oxydation daraus hervorgehende Benzoësäure, Kohlensäure, Blausäure, Ameisensäure und wahrscheinlich auch Essigsäure.

Mikroskop. Krystallisationen des Tyrosins vergl. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 3.

Vorkommen. Tyrosin wurde bisher aufgefunden: in der Milz und Bauchspeicheldrüse, unter pathologischen Verhältnissen bei Leberkrankheiten in der Leber, im Blute der Lebervenen und der Pfortader, in der Galle Typhöser, in den Hauptschuppen bei Pellagra (Schmetzer), im Harn zuweilen krystallinische Sedimente bildend, bei niederen Thieren ziemlich häufig, namentlich bei den Arthropoden, und in Coccus Cacti. Stets ist es in seinem Vorkommen von Leucin begleitet. Vorkommen.

Abstammung. Es gilt hier alles beim Leucin Gesagte. Abstammung.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Auch hier müssen wir auf das beim Leucin Angegebene verweisen. Wir kennen weder die Metamorphosen, welche das Tyrosin im Organismus erleidet, noch ob es nicht etwa noch als Glied eines intermediären Stoffwechsels fungirt. Auf eine Hypothese Städeler's über die Verwendung des Tyrosins zur Bildung des Blutroths haben wir bereits bei diesem, S. 172, Rücksicht genommen, und kommen daher hier nicht wieder darauf zurück. Sollte sich übrigens die Ueberführung des Tyrosins in Bittermandelöl und in sich vom Glycin ableitende flüchtige Säuren bestätigen (Fröhde), so wäre dadurch nicht nur ein sehr wichtiger Beitrag zur Erkenntniss der bisher noch ganz dunkelen Constitution des Tyrosins geliefert, sondern es wären dadurch auch neue Gesichtspunkte für die Verwandlungen und die Verwendung desselben im Organismus eröffnet. Da das Tyrosin sich vorzugsweise bei Krankheiten des Leberparenchyms in diesem Organe an- Verwandlungen und Austritt.

häuft, während es darin unter normalen Verhältnissen nicht nachgewiesen werden kann, so liegt es nahe, sein Auftreten in der Leber mit der gestörten Function derselben in Beziehung zu bringen. Berücksichtigt man nun, dass eine der beiden Gallensäuren Glycin als einen Paarling enthält, so könnte es, unter der Voraussetzung natürlich, dass Tyrosin wirklich bei gewissen Zersetzungen Glycin zu liefern im Stande wäre, scheinen, als ob das Tyrosin zur Gallenbildung verwendet würde, und zwar zur Bildung der Glykocholsäure, während das abgespaltene Bittermandelöl, in Benzoësäure übergeführt, entweder eine andere noch unbekannte Verwendung fände, oder in der Blutbahn weiter zersetzt würde. Das Auftreten und die Anhäufung von Tyrosin in der Leber bei gestörter Function derselben, bei gestörter Gallenbildung demnach, fände in dieser Anschauung jedenfalls ihre Erklärung.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Es gilt hier wieder alles vom Leucin Angeführte.

Im Harn einer an acuter Leberatrophie leidenden Frau beobachteten Frerichs und Städeler einmal neben Tyrosin einen anderen krystallisirten, leichter löslichen, und mit dem Tyrosin wahrscheinlich homologen Körper.

Literatur zu Leucin und Tyrosin. Frerichs u. Städeler: Müller's Arch. 1854. 383; Wiener med. Wochenschr. 1854. Nr. 30; Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Zürich. III. Bd.; ebendas.: IV. Bd. 1855. — Journ. f. prakt. Chem. LXXIII, 48. — Frerichs: Deutsche Klinik. 1855. Nr. 31; Klinik der Leberkrankheiten. 1858. — Städeler: Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Zürich. März 1860. — Virchow: Arch. f. path. Anat. VIII, 355; Deutsche Klinik. Nr. 4. 1855; ebendas. 1856. — Gorup-Besanez: Ann. d. Chem. u. Pharm. LXXXIX, 115; ebend. XCVIII S. 1. — Scherer: Arch. f. path. Anat. X, 228; Verhandl. der med. phys. Gesellsch. zu Würzburg. VII, 123; ebend. II, 323; N. Jahrb. f. Pharm. VII, 306; Ann. d. Chem. u. Pharm. CXII, 257. — Cloëtta Verhandl. d. naturf. Gesellsch. in Zürich. IV. Bd; Ann. d. Chem. u. Ph. XCIX, 289. — Neukomm: Inaug. Dissert. Zürich 1859 u. Reichert's Journ. f. Physiol. 1860. 1. — Bödeker: Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VII, 146. — Valentiner: Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Zürich. III. Bd; Deutsche Klinik. 1857. Nr. 18. — Schmeisser: Arch. d. Pharm. 2te Folge. C, 11. — W. Müller: Habilitat. Abhandl. Erlangen 1857 u. Ann. d. Chem. u. Ph. CIII, 131. — Warren de la Rue: Ann. d. Chem. u. Ph. LXIV, 36. — Kölliker u. H. Müller: Ber. von der physiol. Anst. zu Würzburg. 1856. — V. Schwarzenbach: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. in Würzburg. VII. Bd. Heft 3. Schmetzer: Inaug. Dissert. Erlangen 1861.

Vergl. ausserdem Lehmann: Handb. der physiol. Chemie.

Kreatin: $C_8 H_9 N_3 O_4 + 2$ aq.

Kreatin.

Wasserhelle, glänzende, vollkommen durchsichtige, schiefe rhombische Säulen, die bei 100° C. undurchsichtig matt werden, und ihr Krystallwasser verlieren. Das Kreatin löst sich leicht in kochendem Wasser, und scheidet sich beim Erkalten wieder aus, in verdünntem Weingeist ist es ebenfalls löslich, aber unlöslich in Alkohol. Die wässerige Lösung ist neutral, schmeckt etwas bitter, und zersetzt sich unter Schimmel-

bildung sehr leicht. In höherer Temperatur wird es zersetzt. Beim Erhitzen mit starken Säuren zerfällt es in Kreatinin und Wasser, mit Barytwasser gekocht, zerlegt es sich in Sarkosin und Harnstoff.

Mit Säuren bildet das Kreatin leicht lösliche sauer reagirende Verbindungen.

Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 4. — Robin et Verdeil: Atl. Pl. XXII. Fig. 2, 3. Pl. XXIII. Fig. 1, 2. Pl. XXIV. Fig. 1, 2. Pl. XXVI. Fig. 1, 2, 3. Pl. XXVII. Fig. 2.

Vorkommen. Kommt constant, und als Normalbestandtheil im Safte der gestreiften und glatten Muskeln aller Thierclassen vor, und wurde ausserdem auch im Safte der contractilen Faserzellen, im Gehirn, im Gewebe des schwangeren Uterus, im Harn, im Blute und in der Amniosflüssigkeit nachgewiesen. Vorkommen.

Zustände im Organismus. Das Kreatin tritt im Organismus, soweit unsere Erfahrungen reichen, überall in Lösung auf. Zustände im Organismus.

Abstammung. Es kann nicht bezweifelt werden, dass das Kreatin von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen seinen Ursprung nimmt, und sein constantes Auftreten im Muskelsafte und im Safte der contractilen Fasern überhaupt, sowie anderseits sein Fehlen in anderen drüsigen Organen, mit Ausnahme des Gehirns, deuten unzweifelhaft auf eine nahe Beziehung desselben zum Stoffwechsel des Muskelgewebes hin. In der That wird es in keinem anderen Organe in so grosser Menge, und so constant durch beinahe alle Thierclassen angetroffen, wie hier, während es in jenen Organen, in welchen man Tyrosin und Leucin antrifft, gewöhnlich fehlt. Sein Vorkommen im Gehirn ist der Annahme, dass es ein specifisches Umsatzproduct, insofern nicht entgegen, als, wie Lehmann hervorhebt, in der Hirn- und Nervenfaser eine dem Syntonin wenigstens höchst ähnliche Substanz vorkommt. Vollkommen unaufgeklärt ist es aber bis nun, wie es aus der Muskelfaser entsteht, oder mit anderen Worten, welche Veränderungen noch vorher die Muskelsubstanz durchlaufen muss, bis sie, vielleicht unter Abspaltung mehrerer anderer Producte der regressiven Stoffmetamorphose, in Kreatin übergeht. Abstammung.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Obgleich geringe Mengen von Kreatin im Harn nachgewiesen wurden, so ist es doch fraglich, ob dasselbe überhaupt als ein constanter Bestandtheil des normalen Harns zu betrachten ist. Sei dem wie ihm wolle, so ist so viel gewiss, dass jedenfalls der grösste Theil des durch den Stoffwechsel des Muskelgewebes erzeugten Kreatins im Organismus weitere Veränderungen erleidet. Die Umsetzungen des Kreatins ausserhalb des Organismus sind jedenfalls geeignet, uns Fingerzeige darüber zu geben, wie dasselbe im Organismus weiter verändert werden könnte. Wenn wir sehen, dass sich im Harnstoff der Stickstoff aller stickstoffhaltigen umgesetzten Gewebe bis auf ein geringes Deficit wiederfindet, so muss folgerichtig mit selbem auch der Stickstoff des als Zwischenproduct der regressiven Stoffmetamorphose der contractilen Gewebe aufzufassenden Kreatins aus- Verwandlungen im Organismus u. Austritt.

treten, d. h. es muss mittelbar oder unmittelbar zur Bildung des Harnstoffs beitragen. Die organische Chemie lehrt nun nicht nur die Möglichkeit, sondern sogar die Wahrscheinlichkeit einer derartigen Umsetzung, indem sie zeigt, dass unter Einwirkung der Alkalien das Kreatin unter Wasseraufnahme sich in Harnstoff und Sarkosin spaltet. Dass letzteres im Organismus bisher nicht aufgefunden wurde, kann nicht als Beweis gegen die Möglichkeit eines derartigen oder analogen Vorgangs im Organismus angesehen werden, da das Sarkosin alsbald weiter zersetzt werden könnte; welche Zersetzungsproducte dabei entstehen könnten, muss freilich dahingestellt bleiben, da wir das Verhalten des Sarkosins gegen zersetzende Agentien überhaupt noch nicht kennen. Lassen wir uns von der Analogie des mit dem Sarkosin bekanntlich isomeren Glycins leiten, so würden unter diesen Zersetzungsproducten möglicherweise flüchtige Säuren auftreten. Jedenfalls aber ist bei alle dem nicht ausser Acht zu lassen, dass noch eine andere Möglichkeit vorliegt, nämlich die, dass das Kreatin zunächst in Kreatinin verwandelt würde, welches im Harne constant auftritt. Ob übrigens die Menge des innerhalb eines gewissen Zeitraums durch den Harn ausgeschiedenen Kreatinins derjenigen des Kreatins und Kreatinins der Muskeln entspricht, ist wegen Mangels an vergleichenden derartigen Untersuchungen nicht zu entscheiden.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Sie ergiebt sich aus dem oben Mitgetheilten von selbst; sie fällt mit jener der regressiven Stoffmetamorphose überhaupt zusammen.

Kreatinin: $C_8 H_7 N_3 O_2$.

Kreatinin.

Farblose, schiefe rhombische Säulen, löslich in Wasser und siedendem Alkohol, woraus es aber beim Erkalten der concentrirten Lösungen wieder herausfällt. Die wässerige Lösung reagirt alkalisch, und schmeckt in concentrirtem Zustande wie verdünntes Ammoniak. Treibt das Ammoniak aus seinen Salzen aus, verbindet sich mit Säuren zu krystallisirbaren löslichen Salzen, und bildet in der salzsauren Verbindung mit Platinchlorid ein in morgenrothen Säulen krystallisirendes Doppelsalz. Das Kreatinin vermag sich übrigens auch mit Salzen zu verbinden, namentlich mit salpetersaurem Silberoxyd, mit Quecksilberchlorid und mit Chlorzink.

Letztere Verbindung, das Kreatininchlorzink, wegen der Erkennung und Isolirung des Kreatinins wichtig, $C_8 H_7 N_3 O_2$, Zn Cl, wird durch Fällung einer concentrirten Kreatininlösung mit einer syrupdicken Chlorzinklösung als ein körnig-krystallinischer, in kaltem Wasser schwer und in Weingeist unlöslicher Niederschlag erhalten.

Das Kreatinin geht in wässeriger Lösung bei längerem Stehen, namentlich bei Gegenwart von Kalk, in Kreatin über. Auch bei der Zerlegung des Kreatinin-Chlorzinks durch Schwefelammonium findet ein Uebergang des Kreatinins in Kreatin statt. Um in Kreatin überzugehen, braucht, wie eine Vergleichung der beiderseitigen Formeln lehrt, das Kreatinin nur 2 Aeq. Wasser aufzunehmen.

Mikroskopische Abbildungen des Kreatinins und Kreatinin-Chlorzinks finden sich bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 5, 6. — Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XXVI. Fig. 3; XXVII. Fig. 1 u. 2; XXVIII. Fig. 1, 2 u. 3; XXIX. Fig. 1 u. 2.

Vorkommen. Wurde bisher im Thierkörper aufgefunden: in dem Muskel- und contractilen Gewebe, und zwar bis zu den niederen Thierclassen herab (Cephalopoden, Acephalen), im Harn des Menschen, Hundes, Pferdes und Kalbes, im Blute und wahrscheinlich auch in der Amniosflüssigkeit. Meist ist es, wie schon aus einer Vergleichung des Vorkommens hervorgeht, von Kreatin begleitet. Vorkommen.

Ueber Zustände im Organismus und Abstammung, sowie auch über die Verwandlungen desselben im Organismus liesse sich nur das beim Kreatin Gesagte wiederholen. Wenn wir die Formeln beider Substanzen mit einander vergleichen, so springt die Leichtigkeit in die Augen, mit der sie sich in einander verwandeln können. Die organische Chemie lehrt aber auch in der That, dass diese beiden Stoffe in einander übergeführt werden können; so wird Kreatin durch starke Säuren in Kreatinin und Wasser gespalten, und so geht anderseits das Kreatinin schon bei längerem Stehen seiner wässerigen Lösung in Kreatin über. Dass ein ähnlicher Uebergang im Organismus erfolgen könne, muss nach allen Daten vorausgesetzt werden. Was übrigens beim Kreatin über die vorläufige Unmöglichkeit der Entscheidung der Frage, ob das im Harn auftretende Kreatinin dem Kreatin und Kreatinin der Muskeln entspreche, oder ob ein Theil des letzteren zur Harnstoffbildung verwendet werde, angeführt wurde, erscheint hier zu wiederholen und abermals zu erörtern überflüssig. Zustände, Abstammung, Verwandlungen.

Die physiologische Bedeutung des Kreatinins fällt ebenfalls mit jener des Kreatins zusammen. Physiologische Bedeutung.

Allantoin: $C_8 H_6 N_4 O_6$.

Wasserhelle, glasglänzende, farblose prismatische Krystalle, geschmack- und geruchlos, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, ziemlich schwierig löslich in kaltem Wasser, leichter in kochendem, und löslich in heissem Alkohol, unlöslich aber in Aether. Wird von kohlensauren und ätzenden Alkalien ohne Zersetzung aufgelöst. Beim Erhitzen wird das Allantoin zersetzt. Allantoin.

Mit Alkalien gekocht, geht es in Oxalsäure und Ammoniak über, Oxydationsmittel verwandeln es in Harnstoff und eine noch wenig studirte Säure (Allantoinsäure). Auch unter der Einwirkung von Fermenten zersetzt es sich unter Bildung von Harnstoff, oxalsaurem und kohlensaurem Ammoniak und einer noch nicht näher gekannten Säure.

Das Allantoin giebt mit mehreren Metalloxyden krystallisirbare Verbindungen, so mit Silber-, Quecksilber-, Blei-, Kupfer-, Kadmium- und Zinkoxyd. Die Silberoxydverbindung: $C_8 H_5 N_4 O_5, AgO$, fällt aus einer gesättigten Allantoinlösung auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd-Ammoniak in weissen Flocken heraus. Mit Quecksilberoxyd verbindet sich das Allantoin wie der Harnstoff in mehreren Verhältnissen.

Mikrosk. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. III. Fig. 4.

Vorkommen. Wurde bisher nachgewiesen: in der Allantoisflüssigkeit der Kühe, ausserdem wurde es im Harne gesäugter Kälber, Vorkommen.

einigemale im Hundeharn bei Respirationsstörungen, und im menschlichen Harn nach dem Genusse grösserer Mengen von Gerbsäure aufgefunden.

Zustände im Organismus.

Zustände des Allantoins im Organismus Das Allantoin ist in den Flüssigkeiten, in welchen es bisher aufgefunden wurde, einfach gelöst, und kann daraus durch blosses Abdampfen krystallisirt erhalten werden, wenn die die Krystallisation beeinträchtigenden etwa vorhandenen Stoffe vorher entfernt sind.

Abstammung.

Abstammung. Das Allantoin ist ein Product der regressiven Stoffmetamorphose, steht in der Leiter derselben schon ziemlich tief, und zweien Stoffen nahe, welche als Endproducte des Zerfalls stickstoffhaltiger Gewebsbestandtheile zu betrachten sind, nämlich der Harnsäure und dem Harnstoff. Als ein nicht allein stickstoffhaltiger, sondern auch als ein sehr stickstoffreicher Körper ist es als ein zu einer gewissen Periode der Stoffmetamorphose, und unter gewissen Umständen auftretender Träger des Stickstoffs des Thierkörpers zu betrachten, der aus der Form organischer Verbindungen im physiologischen Sinne, in die einer eigentlich chemischen und eminent krystallisationsfähigen übergetreten ist. Wenn es sich demnach um die Abstammung des Allantoins handelt, so kann nicht in Frage kommen, ob es in entfernter Weise von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen seinen Ursprung ableitet, denn diese Frage ist in dem angedeuteten Sinne als erledigt zu betrachten, da der Stickstoff des Allantoins auf eine andere Quelle gar nicht zurückgeführt werden kann, wohl aber, aus welchen vor ihm stehenden Producten der regressiven Stoffmetamorphose das Allantoin unmittelbar entsteht. Für die Beantwortung dieser Frage geben die bekannten chemischen Beziehungen des Allantoins einiges Material, welches, wenn es gleich seiner Natur nach zur definitiven Erledigung derselben nicht hinreicht, doch Wahrscheinlichkeitsschlüsse gestattet, auf die wir ja gegenwärtig leider in den meisten den Chemismus des lebenden Organismus betreffenden Problemen immer mehr oder weniger angewiesen sind. Die Zersetzungsproducte, welche die Harnsäure liefert, sind bekanntlich sehr mannigfaltig, allein es ist für unseren Zweck wichtig, dass sie unter der Einwirkung von oxydirenden Agentien in Producte übergeht, die entweder wirklich Allantoin enthalten, oder von denen eines mindestens selbst aus Allantoin entstanden gedacht werden kann. Bleisuperoxyd führt die Harnsäure in Allantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure über, durch Ozon wird sie, wie ich gefunden habe, ebenfalls in Allantoin, Harnstoff und Kohlensäure verwandelt, durch Salpetersäure endlich wird neben zahlreichen anderen Zwischenproducten ebenfalls gewissermaassen als Endglied Harnstoff gebildet. Berücksichtigt man nun, dass Allantoin durch Salpetersäure selbst sehr leicht in Harnstoff übergeht, so ist es erklärlich, warum bei der Oxydation der Harnsäure durch Salpetersäure Allantoin als solches nicht auftritt. Wir sehen also

Allantoin als constantes Oxydationsproduct der Harnsäure ausserhalb des Organismus auftreten, und zwar auch unter Bedingungen (durch Behandlung mit activem Sauerstoff), die unseren gegenwärtigen Anschauungen nach mit den im Organismus bestehenden jedenfalls einige Analogie darbieten, und wir werden daher die Abstammung des Allantoins von der Harnsäure als eine mindestens sehr wahrscheinliche bezeichnen dürfen. Ausser diesen chemischen Gründen sprechen aber für diese Anschauung auch die spärlichen physiologischen und pathologischen Momente, die uns zu Gebote stehen. Das Allantoin wurde im Harn von Kälbern nur so lange beobachtet, als dieselben gesäugt wurden, demnach thierische Nahrung erhielten. Unter diesen Bedingungen aber wird bekanntlich Harnsäure durch den Harn ausgeschieden, während bei vegetabilischer Nahrung im Harn Hippursäure auftritt. Der Harn der Kälber, so lange sie gesäugt werden, ist in der That auch sauer, und führt neben Allantoin harnsaure Salze. Ebenso würde für diese Anschauung auch das von Frerichs und Städeler beobachtete Auftreten von Allantoin im Harn von Hunden sprechen, die die Erscheinungen von Respirationsstörungen darboten. Wenn wir annehmen, dass unter normalen Verhältnissen deshalb kein Allantoin im Harn auftritt, weil es weiter und zwar zu Harnstoff umgewandelt wird, so werden wir über das Auftreten desselben unter pathologischen Bedingungen, die eine Störung des Oxydationsprocesses im Thierkörper in sich schliessen uns kaum eine andere Anschauung bilden können, wie diejenige, die auf der Abstammung des Allantoins von der Harnsäure, und auf die Auffassung desselben als eines intermediären, und unter normalen Bedingungen transitorischen, zwischen Harnsäure und Harnstoff stehenden Productes der regressiven Stoffmetamorphose fusst.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Die Frage nach den weiteren Verwandlungen des Allantoins im Organismus ist durch die obigen Erörterungen bereits erledigt. Wenn es überhaupt zur Allantoinbildung kommt, und es wird dasselbe nicht als solches ausgeschieden, was unter normalen Verhältnissen des Organismus in der Regel nicht geschieht, so wird es unzweifelhaft in Harnstoff übergeführt, in welchen wir es ebensowohl durch Oxydationsmittel, als auch durch Fermente allerdings neben anderen Producten übergehen sehen. Ob es übrigens unter gewissen Bedingungen nicht auch zur Oxalsäurebildung beiträgt, was nach seinem chemischen Verhalten auch recht wohl möglich wäre, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Dass wir das Allantoin im Organismus verhältnissmässig so selten antreffen, hat seinen Grund jedenfalls darin, dass es unter normalen Bedingungen sogleich weiter verwandelt wird; sonach hat sein Auftreten gewissermaassen den Charakter einer Hemmungsbildung im physiologisch-chemischen Sinne.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Allantoins ergiebt sich aus dem Angeführten von selbst.

Cystin: $C_6 H_6 N O_4 S_2$.

Cystin.

Farblose, durchsichtige, sechsseitige Tafeln und Blätter, geruch- und geschmacklos, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, unlöslich in Wasser und Alkohol, löslich in Mineralsäuren und Oxalsäure. Leicht löslich in ätzenden und kohlensauren Alkalien, nicht aber in kohlensaurem Ammoniak. Aus seinen sauren Lösungen wird das Cystin am besten durch kohlensaures Ammoniak, aus seinen alkalischen durch Essigsäure gefällt. Beim Erhitzen schmilzt es, und verbrennt mit blaugrüner Flamme. Durch Kochen mit Kalilauge wird es zersetzt; wird es mit einer alkalischen Bleioxydlösung gekocht, so scheidet sich Schwefelblei aus.

Mit Säuren bildet es salzartige leicht zersetzbare Verbindungen.

Mikrosk. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. III. Fig. 6.

Vorkommen.

Vorkommen. Bis in die letzten Jahre nur als Bestandtheil sehr seltener Nieren- und Blasensteine bekannt, ist es seither auch im Harn, und zwar sich als Sediment aus selbem ausscheidend, oder auch wohl gelöst bleibend, und ausserdem in den Nieren des Rindes, und in der Leber eines an Typhus verstorbenen Säufers nachgewiesen worden.

Physiologische Beziehungen.

Die physiologischen Beziehungen des Cystins sind noch sehr wenig aufgeklärt, und ebenso wenig wissen wir sein pathologisches Auftreten zu deuten. Sicherlich stände es darum besser, wenn uns das chemische Verhalten dieses merkwürdigen Körpers genauer bekannt wäre, als es leider der Fall ist, und es zeigt sich gerade an diesem Beispiele recht deutlich, wie wichtig das früher so sehr vernachlässigte Studium der Zersetzungsproducte der Körper auch in physiologischer Beziehung ist. Nicht nur ist ohne ein solches eine bestimmte Anschauung über die chemische Constitution des Körpers in der Regel nicht möglich, sondern es fehlen auch die Anhaltspunkte für eine Deutung seiner Abstammung und seiner im Organismus erfolgenden Metamorphosen. Alles diess hat nun in der That für das Cystin Geltung, über dessen empirische Formel selbst noch Zweifel herrschen, und dessen Verhalten gegen zersetzende Agentien so gut wie gar nicht bekannt ist.

Wir können daher auch über seine physiologischen Beziehungen nur so viel sagen, dass es als ein stickstoff- und schwefelreicher Körper nur von stickstoff- und schwefelhaltigen Gewebsbestandtheilen herstammen kann, und dass es, wofür die Seltenheit seines Vorkommens im Harn spricht, unter normalen Bedingungen entweder gar nicht gebildet, oder alsbald weiter verändert wird. Sein Vorkommen im Harn, stets nur unter eigenthümlichen pathologischen Verhältnissen beobachtet, könnte als ein Grund für die Annahme gelten, dass es als Product eines abnormen Stoffwechsels anzusehen sei, während anderseits sein Vorkommen in drüsigen Organen dafür zu sprechen scheint, dass es ein Durchgangspunkt des Stoffwechsels stickstoff- und schwefelreicher Gewebsbestandtheile sei, welcher unter normalen Verhältnissen weiter umgesetzt, unter gewissen abnormen aber als solcher ausgeschieden werde, und sonach im Stoffwechsel eine ganz ähnliche Stellung einnehme, wie das Allantoin.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass ein näheres chemisches Studium des Cystins auch das auf seinen physiologischen Beziehungen gegenwärtig noch lastende Dunkel vielfach aufhellen würde.

Guanin: $C_{10} H_5 N_5 O_2$.

Weisse bis gelblichweisse amorphe Masse, zusammenhängende Stücke bildend. Lässt sich leicht pulvern, geruch- und geschmacklos, in Wasser, Alkohol und Aether beinahe unlöslich, leicht löslich in Säuren und Alkalien. Kann bis über 200° C. erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen. Guanin.

In Salpetersäure löst es sich ohne Gasentwickelung auf; nach dem Verjagen der Salpetersäure bleibt ein citronengelber Rückstand, der sich in Kali und Ammoniak mit tief gelbrother Farbe löst. Der nach dem Verjagen der Salpetersäure bleibende Rückstand enthält Xanthin, und einen gelben Nitrokörper.

Durch Oxydation mit übermangansaurem Kali wird das Guanin in Harnstoff, Oxalsäure und Oxyguanin verwandelt.

Das Guanin verbindet sich mit Säuren, mit Basen und mit Salzen. Die Verbindungen mit Säuren sind krystallisirbar; das salzsaure Guanin giebt mit Platinchlorid eine Doppelverbindung, die in pomeranzengelben Krystallen anschiesst.

Mikroskop. Abbild. des salzsauren Guanins bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. III, Fig. 5.

Vorkommen. Das Guanin wurde bisher im Thierorganismus aufgefunden: in der Bauchspeicheldrüse und in der Leber, und als Hauptbestandtheil der Excremente der Spinnen erkannt. Auch im Harn wollte man es aufgefunden haben, es beruhte diese Beobachtung aber, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, auf einer Verwechselung des Guanins mit dem weiter unten abzuhandelnden Xanthin. Vorkommen.

Zustände im Organismus. Die Zustände, in welchen das Guanin in der Pancreas und Leber vorkommt, kennt man nicht, und es ist, wenn es darin überhaupt gelöst vorkommt, unaufgeklärt, wodurch die Lösung desselben bewerkstelligt wird. Mit den Spinnenexcrementen, die zum grössten Theile aus Guanin bestehen, wird es als eine gelblichweisse feste Masse ausgeschieden. Zustände im Organismus.

Abstammung. Von der Abstammung des Guanins gilt dasselbe, was von der Abstammung der stickstoffhaltigen Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose überhaupt schon an verschiedenen Stellen dieses Buches angeführt wurde. Bei gewissen niederen Thieren ist das Guanin in der That Endproduct, indem es als solches vom Körper ausgeschieden, wird, bei den höheren Thieren dagegen wird es, einmal gebildet, sofort weiter umgesetzt. Sowie Allantoin, Kreatin u. s. w. ist es jedenfalls transitorischer Träger des Stickstoffs, der von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen stammt, aber es ist unaufgeklärt, woraus es unmittelbar erzeugt wird. Es liegen vorläufig weder chemische, noch physiologisch-pathologische Thatsachen vor, die darüber irgend welche Aufschlüsse geben könnten. Abstammung.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Wenn nicht, wie diess bei den Arthropoden der Fall ist, das Guanin als eigentlich excrementieller Stoff aus dem Körper als solches ausgeschieden wird, so muss es im Organismus noch weiter umgesetzt werden. Ueber die Art und Weise dieser Umsetzungen kann aber kaum ein Zweifel bestehen, wenn man die chemischen Beziehungen des Guanins berücksichtigt. Vergleicht man die Formeln nachstehender stickstoffhaltiger Producte der regressiven Stoffmetamorphose:

Guanin	$C_{10}H_5N_5O_2$
Sarkin	$C_{10}H_4N_4O_2$
Xanthin	$C_{10}H_4N_4O_4$
Harnsäure	$C_{10}H_4N_4O_6$

so sieht man sogleich, dass Guanin in Sarkin durch Austritt der Atomgruppe NH übergehen könnte, und dass Sarkin und Xanthin einfach durch Sauerstoffaufnahme, ersteres durch Aufnahme von 4, und letzteres von 2 Aeq. O in Harnsäure verwandelt werden könnten. In der That lassen sich Guanin und Sarkin durch Behandlung mit Salpetersäure in Xanthin verwandeln, und Guanin kann nicht nur allein durch Oxydationsmittel in Harnstoff übergeführt werden, der unmittelbar auch aus Harnsäure erzeugt werden kann, sondern man hat auch gefunden, dass das Guanin, dem thierischen Organismus einverleibt, im Harn als solches nicht austritt, sondern den Harnstoffgehalt desselben vermehrt (G. Kerner). In neuester Zeit endlich hat Strecker Guanin durch Behandlung mit Oxydationsmitteln in Xanthin, Parabansäure, Oxalursäure und Harnstoff übergeführt. Parabansäure und Oxalursäure sind aber Oxydationsproducte der Harnsäure. Es wird daher das Guanin, sofern es im Organismus als Durchgangspunkt gebildet wird, jedenfalls in Harnstoff unter normalen Bedingungen und bei den höheren Thieren umgesetzt, wobei es dahingestellt bleiben muss, ob es vorher noch durch die Formen des Sarkins, Xanthins und der Harnsäure nothwendigerweise hindurchgeht oder nicht; dass es sie unter gewissen Voraussetzungen passirt, lehrt ihr Vorkommen im Thierorganismus.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Sie bedarf nach dem Angeführten keiner weiteren Erörterung.

Sarkin (Hypoxanthin): $C_{10}H_4N_4O_2$.

Sarkin.

Farblose mikroskopische Krystallnadeln, sich aus heiss bereiteten Lösungen beim Erkalten in Gestalt weisser Flocken absetzend; bei raschem Abdampfen bleibt es in der Form sich abblätternder Schuppen zurück. In kaltem Wasser schwer, in kochendem leichter löslich, in Alkohol nur sehr wenig. In Säuren ohne Zersetzung löslich, und ebenso in Alkalien. Aus den alkalischen Lösungen fällt es beim Einleiten von Kohlensäure, oder durch Zusatz von Essigsäure heraus.

Das Sarkin kann bis auf 150° C. erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen. Ueber diese Temperatur erhitzt, zersetzt es sich. Mit Säuren giebt es krystallisirbare salzartige Verbindungen, und mit Platinchlorid ein Doppelsalz. Aehnlich den Amidosäuren vereinigt es sich aber auch mit Basen und Salzen.

Durch concentrirte Salpetersäure wird das Sarkin in Xanthin verwandelt.

In seinem Verhalten zu Reagentien verhält sich das Hypoxanthin dem Xanthin ausserordentlich ähnlich, doch kann man beide Körper, abgesehen von ihrer Zusammensetzung, durch ihr Verhalten gegen salpetersaures Silberoxyd unterscheiden. Aus der Lösung in ammoniakhaltigem Wasser scheidet salpetersaures Silberoxyd bei Gegenwart von Sarkin und von Xanthin eine Doppelverbindung aus, die in heisser Salpetersäure löslich ist. Die Sarkin-Silberoxydverbindung scheidet sich aber alsbald nach dem Erkalten der Lösung aus, während die Xanthinverbindung sich nur sehr allmählig ausscheidet.

Vorkommen. Das Sarkin wurde bisher im Fleische des Pferdes, Hasen und Ochsen, im Herzmuskel dieses Thieres, in der Leber, der Milz des Ochsen, der Thymus des Kalbes, im Hirne (?), in der Leber des Menschen bei acuter gelber Atrophie dieses Organs, und zwar constant von dem unten folgenden Xanthin begleitet, aufgefunden. Auch das Vorkommen dieses Stoffes im Harne und im Blute, sowie auch in der Niere wird angegeben. Wegen der Schwierigkeit seiner Unterscheidung von dem sehr verbreiteten Xanthin bedürfte aber manche dieser Angaben einer Revision. Vorkommen.

Die physiologischen Beziehungen des Sarkins sind genau dieselben, wie die des Guanins, mit der Ausnahme, dass es in der absteigenden Stufenreihe der stickstoffhaltigen Producte der regressiven Stoffmetamorphose noch um eine Stufe tiefer steht, wie dieses, und daher aus ihm entstehend gedacht werden muss. Seine Verwandlungen im Organismus ergeben sich aus seiner Stellung zwischen Guanin einerseits und Xanthin anderseits von selbst. Jedenfalls geht im Organismus, ebenso wie auch ausserhalb desselben durch Oxydationsmittel das Sarkin zunächst in Xanthin über, welches dann weiter zu Harnsäure und Harnstoff oxydirt wird. Physiologische Beziehungen.

Xanthin: $C_{10}H_4N_4O_4$.

Getrocknet ein gelblich-weisses Pulver, durch Reiben Wachsglanz annehmend. Unter dem Miskroskop zeigt es keine Spur von Krystallisation. In kaltem Wasser wenig, in kochendem Wasser wenngleich schwierig löslich. Die wässerigen Lösungen hinterlassen beim Abdampfen das Xanthin in Gestalt einer sich abblätternden Haut. Auch in Säuren und Alkalien löst sich das Xanthin. Ueber 150° C. erhitzt, wird es zersetzt. Xanthin.

In seinen Verbindungsverhältnissen gleicht das Xanthin dem Sarkin und Guanin, nur treten seine basischen Eigenschaften noch mehr zurück. Doch sind Verbindungen mit Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und auch mit Silberoxyd dargestellt.

Dampft man die Lösung des Xanthins in Salpetersäure kochend ein, so bleibt ein gelber Rückstand, der sich mit Kali gelbroth färbt, eine Farbe, die beim Erhitzen in Violettroth übergeht.

Vorkommen. Das Xanthin ist zuerst in gewissen seltenen Harnsteinen nachgewiesen und unter dem Namen Xanthicoxyd, auch wohl harnige Säure beschrieben. Seither aber wurde es, allerdings in geringer Menge, im Harn und in zahlreichen drüsigen Organen, theils von Sarkin, theils Vorkommen.

von Guanin begleitet, nachgewiesen, so in Pancreas, Milz, Leber, Thymus, im Hirn und ausserdem im Muskelfleische der Säugethiere und der Fische.

Physiologische Beziehungen.

Die physiologischen Beziehungen des Xanthins sind denen des Sarkins und Guanins vollkommen analog, und differiren überhaupt nur darin von einander, dass das Xanthin noch eine Stufe tiefer steht wie das Sarkin. Seine Abstammung kann nicht zweifelhaft sein, wenn man berücksichtigt, dass ebensowohl Guanin als Sarkin in Xanthin künstlich übergeführt werden können, und wenn auch dasselbe noch nicht in Harnsäure und Harnstoff in unseren Laboratorien verwandelt wurde, so ist doch eine solche Umwandlung so gut wie gewiss. Nicht nur sein pathologisches Auftreten in Harnsteinen spricht dafür, sondern ebenso sehr die Analogie mit den ihm zunächst stehenden Stoffen, seine Zusammensetzung und endlich der Umstand, dass das Xanthin in seinem Vorkommen im Organismus häufig von Harnsäure begleitet wird, wie denn überhaupt auch Xanthin und Sarkin sich meist begleiten. Die chemische Natur und die Formeln des Guanins, Sarkins, Xanthins und der Harnsäure lassen überhaupt den genetischen Zusammenhang, der zwischen ihnen besteht, nicht verkennen.

Harnstoff: $C_2 H_4 N_2 O_2$.

Amid der Kohlensäure.

Harnstoff.

Weisse, seideglänzende, gestreifte vierseitige Prismen, die an den Enden sehr regelmässig durch ein oder zwei schiefe Endflächen geschlossen werden. Bei gestörter oder zu rascher Krystallisation bildet er feine weisse Nadeln. Geruchlos, von bitterlich-kühlendem, salpeterähnlichem Geschmack, luftbeständig, zieht aber aus der Luft rasch Feuchtigkeit an, und ist in Wasser und Alkohol sehr leicht, in Aether schwieriger löslich. Die wässerige Lösung hat keine Einwirkung auf Pflanzenfarben. Beim Erwärmen über 100° C. entwickelt er Ammoniak, schmilzt und wird zersetzt. Durch Oxydationsmittel, wie übermangansaures Kali und activen Sauerstoff, wird er nicht zersetzt, durch salpetrige Säure aber in Wasser, Stickstoff und Kohlensäure zerlegt.

Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. III. Fig. 1.

Starke Mineralsäuren, und die Hydrate der Alkalien verwandeln den Harnstoff in kohlensaures Ammoniumoxyd, und dieselbe Zersetzung erleidet eine wässerige Harnstofflösung, wenn derselben organische fäulnissfähige Substanzen: Fermente zugesetzt werden. Dasselbe geschieht bei der Fäulniss des Harns unter dem Einfluss des als Ferment wirkenden Harnblasenschleims; erhitzt man endlich eine Harnstofflösung in zugeschmolzenen Glasröhren bis auf 230° C. bis 240° C., so findet dieselbe Umsetzung statt.

Umgekehrt kann man Harnstoff aus Kohlensäure und Ammoniak künstlich darstellen.

Dieses Verhalten ist nicht bloss in theoretisch-chemischer, sondern auch in physiologischer und analytischer Beziehung interessant, da es über seine physiologische Bedeutung unzweifelhaften Aufschluss giebt, und sich darauf gewisse Methoden zur Gewichtsbestimmung gründen. Da die Zerlegung nämlich nach einer einfachen Formelgleichung unter Wasseraufnahme erfolgt, so kann man ebensowohl durch Wägen des bei seiner Zersetzung gebildeten Ammoniaks (Methode von Heintz), als auch

durch Wägen der gebildeten Kohlensäure (Methode von Bunsen) seine Menge mit grosser Genauigkeit bestimmen.

Verbindungen des Harnstoffs. Der Harnstoff verbindet sich mit Säuren, mit Basen und mit Salzen. Diese Verbindungen sind von vielfacher praktischer Wichtigkeit, und namentlich gilt dies von nachstehenden:

Salpetersaurer Harnstoff.

Salpetersaurer Harnstoff: $C_2 H_4 N_2 O_2, NO_5 . HO$, scheidet sich auf Zusatz von mässig concentrirter Salpetersäure zu concentrirten Harnstofflösungen in Gestalt von glänzenden Blättchen, bei langsamer Krystallisation auch wohl in deutlich prismatischen Krystallen aus. Unter dem Mikroskop zeigen sich beim Zusammentreten von Harnstoff und Salpetersäure zuerst stumpfe Rhombenoctaëder, deren spitzere Winkel constant 82° sind; aus diesen entwickeln sich rhombische und hexagonale Tafeln, deren gegenüberstehende spitze Winkel ebenfalls 82° betragen. Diese Krystalle sind entweder einzeln, oder in gleichsam übereinandergeschobenen Massen zu sehen.

Gute Abbildungen von den mikroskopischen Krystallisationen des salpetersauren Harnstoffs geben Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XXX. Fig. 5, 6. Pl. XXXI. Fig. 1. u. Funke: Atl. der phys. Chem. 2te Aufl. Taf. III. Fig. 2.

Der salpetersaure Harnstoff ist luftbeständig, leicht löslich in Wasser, löslich in Weingeist, schwieriger in salpetersäurehaltigem. Die wässerige sauer reagirende Lösung wird durch Kochen in Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak, Stickstoffoxydul und Wasser zerlegt. Ueber 100° C. erhitzt, zersetzt sich der salpetersaure Harnstoff ebenfalls, und zerfällt in Kohlensäure, Stickstoffoxydul, Harnstoff und salpetersaures Ammoniak. Rasch erhitzt, verpufft er. Oxalsäure schlägt aus concentrirten Lösungen von salpetersaurem Harnstoff oxalsauren Harnstoff nieder.

Oxalsaurer Harnstoff.

Oxalsaurer Harnstoff: $2(C_2 H_4 N_2 O_2), C_4 O_6 . 4 HO$, bildet sich durch unmittelbare Vereinigung von Oxalsäure- und Harnstofflösungen in concentrirtem Zustande. Dünne, lange, gewöhnlich büschelförmig gruppirte Krystallblättchen, zuweilen ausgebildete Prismen. Unter dem Mikroskop zeigt der oxalsaure Harnstoff zuweilen ähnliche Formen wie der salpetersaure Harnstoff, doch sind die Winkelverhältnisse verschieden. Die mikroskopischen Formen des oxalsauren Harnstoffs sind übrigens so mannigfaltig, dass sie sich zur sicheren Erkennung des Harnstoffs nicht so eignen, wie die des salpetersauren Harnstoffs.

Gute Abbildungen der mikroskopischen Formen des oxalsauren Harnstoffs finden sich bei Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XXXI. Fig. 2. Pl. XXXII. Fig. 1 u. 2, und Funke: Atl. Taf. III. Fig. 3.

Der oxalsaure Harnstoff ist in kaltem Wasser schwer, in siedendem leichter löslich. In Alkohol ist er ziemlich schwierig löslich. Beim Erhitzen zersetzt er sich in kohlensaures Ammoniak und Cyanursäure.

Die Darstellung des salpetersauren oder oxalsauren Harnstoffs bildet in der Regel den Ausgangspunkt für den Nachweis des Harnstoffs in thierischen Substanzen, der unter Umständen von hoher physiologischer oder pathologischer Bedeutung sein kann. Namentlich dann, wenn man es mit sehr geringen Mengen zu thun hat, ist die mikroskopische Darstellung dieser beiden Verbindungen, und das Studium ihrer Krystallform unter dem Mikroskop das einzige Mittel, die Gegenwart oder Abwesenheit des Harnstoffs zu ermitteln. Doch ist dabei grosse Vorsicht nöthig, denn unter Umständen, und namentlich bei Gegenwart extractiver Materien zeigen salpetersaure Alkalien unter dem Mikroskop den Krystallisationen des salpetersauren Harnstoffs täuschend ähnliche Formen. Die Messung der Krystallwinkel, wo es angeht, und die Ermittelung des Verhaltens der Krystalle in der Hitze ist daher unumgänglich nothwendig, um sich vor Täuschung zu schützen. Volle Sicherheit giebt häufig nur die Darstellung des reinen Harnstoffs aus der salpetersauren oder oxalsauren Verbindung.

Salpetersaurer Quecksilberoxyd-Harnstoff.

Salpetersaurer Quecksilberoxyd-Harnstoff. Versetzt man eine Harnstofflösung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd, so entsteht ein weisser flockiger Niederschlag, der je nach der Concentration der Flüssigkeit eine wechselnde Zusammensetzung zeigt. Man erhält dabei die Verbindungen:

$$C_2H_4N_2O_2,\ 2HgO,\ NO_5,$$
$$C_2H_4N_2O_2,\ 3HgO,\ NO_5,$$
$$C_2H_4N_2O_2,\ 4HgO,\ NO_5.$$

Wenn man einer verdünnten Harnstofflösung eine gleichfalls verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd allmählich zusetzt, und die freie Säure der Mischung von Zeit zu Zeit mit kohlensaurem Natron neutralisirt, so erhält man einen Niederschlag, der Harnstoff in Verbindung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd enthält Fährt man mit dem Zusatz von Quecksilbersalz und kohlensaurem Natron abwechselnd fort, so lange noch dieser Niederschlag gebildet wird, so stellt sich ein Punkt ein, bei welchem durch den Zusatz von kohlensaurem Natron die Mischung oder der Ort, wo der Tropfen hinfällt, eine gelbe Färbung von Quecksilberoxydhydrat oder basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd annimmt. Zu diesem Zeitpunkt ist aller Harnstoff gefällt, und der Niederschlag enthält 1 Aeq. Harnstoff auf 4 Aeq. Quecksilberoxyd. Auf dieses Verhalten gründet sich die Liebig'sche Methode der quantitativen Bestimmung des im Harn enthaltenen Harnstoffs, welche für physiologische und ärztliche Zwecke, zunächst als Maass des Stoffwechsels sehr wichtig sein kann.

Harnstoff-Chlornatrium.

Harnstoff-Chlornatrium: $C_2H_4N_2O_2,\ NaCl + 2\ aq.$, scheidet sich in glänzenden rhombischen Prismen beim Verdunsten der Lösungen von Harnstoff und Kochsalz aus. Auch aus Menschenharn erhält man bisweilen diese Verbindung beim Abdampfen.

Vorkommen.

Vorkommen. Der Harnstoff ist der Hauptbestandtheil des Harns des Menschen und der Säugethiere, findet sich aber auch im Harn der Vögel und einiger Reptilien. Er wurde ferner nachgewiesen: in sämmtlichen Organen der Plagiostomen (Raja clavata, Raja Batis, Torpedo ocellata und marmorata, Spinax Adanthias, Scyllium canicula), im Blute des Menschen und der Säugethiere, im Chylus und der Lymphe verschiedener Säugethiere, im Schweisse, in der Glasfeuchtigkeit des Auges, in der Amniosflüssigkeit, und in dem von den Hautdrüsen von Bufo cinereus secernirten alkalischen Safte. Unter pathologischen Verhältnissen findet er sich im Schweisse, dann im Speichel, im Erbrochenen und in hydropischen Transsudaten, in der Galle.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhaltnisse. Ueber diese wird an anderen Orten das vorhandene und verwerthbare Material beigebracht werden.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Der Harnstoff gehört zu jenen Substanzen, welche im Organismus in einfacher Lösung vorkommen. In der That genügt es, einen an Harnstoff einigermaassen reichen Harn einfach abzudampfen, um krystallisirten Harnstoff zu erhalten.

Abstammung.

Abstammung. Aus zahlreichen physiologischen Thatsachen ergiebt sich, dass der Harnstoff die ihrem chemischen Charakter nach auf der Gränze zwischen Organischem und Anorganischem stehende Form ist, in welcher der Stickstoff der Körperbestandtheile den Organismus unter normalen Bedingungen verlässt. Diess ergiebt sich ohne Weiteres aus dem Resultate zahlreicher biostatistischer Versuche, aus denen mit voller

Bestimmtheit wenigstens so viel hervorgeht, dass wir den grössten Theil des dem Körper in der Nahrung und in der Gestalt von Albuminaten zugeführten Stickstoffs im Harnstoff wiedererhalten, und ein weiterer Beweis liegt in der ebenfalls vielfach erhärteten Thatsache, dass er nach Genuss von thierischer Nahrung, namentlich nach reichlichem Fleischgenuss, und nach Muskelanstrengungen selbst dann, wenn lange Zeit vorher keine Nahrung aufgenommen wurde, im Harne vermehrt ist. Beim Hungern der Thiere wird fortwährend noch Harnstoff, und zwar bis zum eintretenden Hungertode erzeugt, der sonach in diesem Falle nur von den fortwährend umgesetzten Geweben stammen kann, welcher fortwährende Umsatz, wie bekannt, die Ursache der beim Hungern eintretenden Abmagerung, des Schwindens der Gewebe ist. Die Abstammung des Harnstoffs von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen: den Albuminaten und Albuminoiden, ist sonach als eine vollkommen feststehende Thatsache zu betrachten, die irgendwie anzufechten schon aus dem Grunde gänzlich unmöglich ist, weil dem Thierkörper von Stoffen, aus denen er sich bilden könnte, überhaupt nur Albuminate und Albuminoide in der Nahrung zugeführt werden, die sich als solche auch in den Ernährungsflüssigkeiten und in den Geweben des Thieres wiederfinden. Anderseits aber widerspricht es allen chemischen und physiologischen Erfahrungen anzunehmen, wie diess von einzelnen Seiten geschehen ist, dass der Uebergang der stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile in Harnstoff ein directer, unmittelbarer sei, dass Albuminate und Albuminoide sofort in Harnstoff verwandelt werden könnten. Wir wollen in dieser Beziehung keineswegs ein besonderes Gewicht auf den Umstand legen, dass es uns nicht gelungen ist, aus Albuminaten Harnstoff künstlich zu erzeugen, obgleich auch diese Erfahrung bezeichnend genug ist, aber es ist geradezu unmöglich, das Vorkommen zahlreicher stickstoffhaltiger, krystallisirbarer, und in ihrem chemischen Verhalten mehr und mehr sich dem Harnstoff nähernder Substanzen im Organismus misszuverstehen, die zum grossen Theile in der That in Harnstoff verwandelt werden können, und die zuweilen sogar in ihrem Vorkommen den Harnstoff begleiten. Wir erinnern hier nur an Kreatin, Allantoin, Guanin und an die weiter unten abzuhandelnde Harnsäure. Es bedarf nach Allem, was wir über die chemischen Vorgänge im Thierkörper wissen, gar keines besonderen Beweises, dass wir den Harnstoff als das Endproduct einer Reihe von Metamorphosen, als das Endglied einer Kette von Veränderungen zu betrachten haben, die die stickstoffhaltigen Körperbestandtheile während des Lebens und des dasselbe charakterisirenden Stoffumsatzes erleiden. Wir sind allerdings noch weit davon entfernt, alle einzelnen Glieder dieser grossen Kette auch wirklich zu kennen, aber mehrere Stoffe, die im Thierkörper vorkommen, vermögen wir in ihrer physiologischen Bedeutung gar nicht anders aufzufassen, denn als solche Zwischenglieder. Es gehören dahin: Kreatin und Kreatinin, Allantoin, Guanin, Sarkin und Xanthin, und endlich Harnsäure. Ohne gegenwärtig noch das Bild des allmäligen

Ueberganges der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile in Harnstoff in überall scharfen Umrissen zeichnen zu können, vermögen wir darüber doch so viel zu sagen, dass die Bildung des Harnstoffs das Schlussresultat einer Reihe mit einander alternirender und neben einander herlaufender Spaltungen und Oxydationen der Gewebsbestandtheile ist, in Folge deren sie in immer einfacher zusammengesetzte, und ihrem Typus nach dem Anorganischen sich immer mehr nähernde Substanzen zerfallen, bis sie im Harnstoff, der nichts weiter wie Kohlensäure + Ammoniak — Wasser ist, auf der letzten Sprosse der Leiter angelangt sind. Dabei erfolgt die Abspaltung meist in der Weise, dass ein Spaltungsproduct stickstoffhaltig, das andere stickstofffrei, oder das eine stickstoffreich, das andere stickstoffarm ist. Für diesen Modus der Umsetzung giebt die organische Chemie mehrfache Belege. So zerfallen die Albuminate unter der Einwirkung zersetzender Agentien in Zersetzungsproducte, die den Stickstoff derselben in der Form von Ammoniak, von flüchtigen Basen, von Leucin und von Tyrosin enthalten, und in stickstofffreie, flüchtige Säuren und Aldehyde. So geht das Kreatin durch Spaltung in den stickstoffreichen Harnstoff und das stickstoffärmere Sarkosin über, so liefert Guanin einerseits Harnstoff, anderseits das stickstoffärmere Oxyguanin und Oxalsäure, so das Allantoin Harnstoff und Oxalsäure, so die Harnsäure Harnstoff, das stickstoffärmere Allantoin und Oxalsäure u. s. w. Bei dieser biochemischen Analyse entstehen Körper, von denen der eine Theil sich immer mehr dem Typus des Ammoniaks, und der andere dem der Kohlensäure nähert, und es ist unzweifelhaft, dass Kohlensäure und Wasser das Endproduct der einen, und Ammoniak das Endproduct der andern ist. Im Harnstoff treten die beiden Typen der Kohlensäure und des Ammoniaks vereinigt als Amid der Kohlensäure aus, und mit ihm, wenigstens bei Fleischfressern, nahezu aller Stickstoff der umgesetzten Körperbestandtheile derselben, während ein Theil des Kohlenstoffs und der Schwefel der letzteren zur Gallenbildung verwendet wird, und ein Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs als Kohlensäure und Wasser durch Haut, Nieren und Lungen den Körper verlässt.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich die weitere Frage von selbst, aus welchen Producten der regressiven Stoffmetamorphose der Harnstoff im Körper unmittelbar erzeugt wird. Bei der Beantwortung derselben haben wir uns abermals bei der organischen Chemie Raths zu erholen, und die Aufschlüsse, die uns diese von ihrem Standpunkte aus zu geben fähig ist, mit den vorliegenden physiologisch-pathologischen Thatsachen zusammenzuhalten. Wenn wir diesen Weg einschlagen, so werden wir zu dem Schlusse gelangen, dass im Organismus jedenfalls aus Harnsäure Harnstoff erzeugt wird, während ein unmittelbarer Uebergang des Kreatins und Allantoins in Harnstoff mindestens wahrscheinlich ist. Die wichtigsten Gründe für diese Voraussetzungen sind folgende. Die Harnsäure wird durch Oxydationsmittel, und einfach schon durch Hitze in Harnstoff verwandelt. Ja, es bedarf nicht einmal einer höheren Tempe-

ratur, um durch Oxydation aus der Harnsäure Harnstoff zu erzeugen. Wenn man Harnsäure in Wasser vertheilt und mit Ozon behandelt, so wird das Ozon begierig aufgenommen, die Harnsäure verschwindet, und in kurzer Zeit ist sie in Harnstoff, Allantoin und Kohlensäure verwandelt. Die Harnsäure ist ein constanter Begleiter des Harnstoffs im Organismus, und wir sehen sie sich im Harn vorzugsweise dann anhäufen, wenn der Austausch der Gase in den Lungen gehindert ist, oder wenn wegen Störungen des Kreislaufs das Blut nicht so leicht die Lungengefässe durchströmen kann. Daher der Harnsäurereichthum des Harns bei Mangel an Bewegung, daher die Thatsache, dass reissende fleischfressende Thiere nach längerer Gefangenschaft einen häufig Harnsäuresedimente absetzenden Harn entleeren, daher der Harnsäurereichthum des Harns bei Emphysem der Lungen, bei Herzleiden, Leberkrankheiten und beim Fieber. Die Harnsäure nimmt der Menge nach also dann zu, wenn die Bedingungen ihrer Oxydation fehlen oder gemindert sind. Aus den zahlreichen Untersuchungen von Becquerel ergiebt sich ferner, dass die Menge des Harnstoffs im menschlichen Harn annähernd in umgekehrtem Verhältnisse zu jener der Harnsäure steht, dass sonach im Allgemeinen eine Vermehrung des Harnstoffs mit einer Verminderung der Harnsäure und umgekehrt Hand in Hand geht, was sich in vollkommener Uebereinstimmung mit der Annahme befindet, dass der Harnstoff aus der Harnsäure erzeugt wird. Je vollständiger die letztere in Harnstoff verwandelt wird, desto weniger wird sich natürlich im Organismus davon vorfinden, und je unvollständiger der Gasaustausch in den Lungen und die Circulation von Statten geht, und je gehemmter daher die Oxydation im Thierkörper erscheint, desto mehr muss sich die Harnsäure anhäufen. Endlich ergiebt sich auch aus den Versuchen von Wöhler und Frerichs, dass Harnsäure, theils von den ersten Wegen, theils vom Gefässsystem aus dem Organismus einverleibt, eine beträchtliche Vermehrung des Harnstoffs veranlasst, dass also in der That die Harnsäure im Organismus in Harnstoff übergehen kann, während in allen von Wöhler und Frerichs beobachteten Fällen gleichzeitig die Gegenwart von Oxalsäure constatirt und dadurch der Nachweis geliefert wurde, dass die Harnsäure sich im Organismus in ähnlicher Weise umsetze, wie durch Bleisuperoxyd und activen Sauerstoff; wir sagen in ähnlicher und nicht in gleicher Weise, weil bei den oben erwähnten Versuchen Allantoin im Harn nicht nachzuweisen war. Doch wollen wir nicht verschweigen, dass Ranke bei seinen Untersuchungen ein umgekehrtes Verhältniss zwischen der Menge des Harnstoffs und der Harnsäure entgegen den allerdings umfasserenden Erfahrungen Becquerel's nicht beobachten konnte.

Ausser Harnsäure lassen sich auch Kreatin, Allantoin und Guanin in unseren Laboratorien in Harnstoff verwandeln, und von den beiden letzten weiss man überdiess, dass sie, dem Organismus einverleibt, den Harnstoffgehalt des Harns vermehren. Da diese Stoffe nun in der That auch im Organismus als Producte der regressiven Stoffmetamorphose

vorkommen, so erscheint es mindestens wahrscheinlich, dass auch sie bei der Bildung des Harnstoffs betheiligt sind.

Material für die Bildung des Harnstoffs.

Eine mit der Frage der Abstammung des Harnstoffs in innigstem Zusammenhange stehende Controverse ist, obgleich vielfach und eingehend discutirt, bis auf die jüngste Zeit unerledigt geblieben. Es herrscht nämlich noch immer Divergenz der Ansichten darüber, ob der Harnstoff ausschliesslich aus den umgesetzten Geweben stamme, ob mit anderen Worten die Elemente des Harnstoffs früher Bestandtheile von Geweben gewesen sein müssen, oder ob neben dieser Abstammung des Harnstoffs noch eine andere möglich sei, ob nämlich die überschüssig dem Organismus in der Nahrung zugeführten Albuminate und Albuminoide, ohne zu Geweben zu werden, im Blute unmittelbar in Harnstoff umgesetzt werden können. Die letztere Ansicht wird namentlich von Lehmann, Frerichs, und Bidder und Schmidt vertreten, während die erstere in Liebig und neuerlichst in Bischoff und Voit ihre Vertheidiger gefunden hat. Es ist nicht wohl möglich, in einem Lehrbuche, wie dem vorliegenden, eine erschöpfende Erörterung dieser Streitfrage zu geben, denn eine solche wäre ohnehin ohne eine historische Behandlung derselben unmöglich, und zu einer solchen fehlt es der Anlage des ganzen Werkes nach an dem nöthigen Raume. Wir müssen daher Diejenigen, welche sich in diesem ziemlich verwickelten Streite ein eigenes Urtheil bilden wollen, auf die unten aufgeführte Literatur verweisen, im Uebrigen uns aber darauf beschränken, die Hauptgründe der beiden Anschauungen anzuführen, wobei wir bemerken, dass diese Frage von praktischer Bedeutung insofern ist, als, wenn in der That bei überschüssig zugeführter stickstoffhaltiger Nahrung diese oder ein Theil derselben im Blute direct zu Harnstoff umgesetzt werden kann, damit die Bedeutung des ausgeschiedenen Harnstoffs als Maass des Stoffwechsels illusorisch wird.

Die Hauptgründe, welche dafür, dass sich Harnstoff auch direct aus den Bestandtheilen der Nahrung bilden könne, angeführt werden, sind folgende: Die Erfahrung lehre, dass sich im Allgemeinen der Harnstoffgehalt des Harns in geradem Verhältnisse mit der Menge der dem Körper zugeführten stickstoffhaltigen Nahrung vermehre; bei reichlicher und fort und fort gesteigerter Menge der stickstoffhaltigen Nahrung kann die Menge des Harnstoffs im Harn eine enorme werden, ohne dass sich gleichzeitig eine grössere Energie der Actionen bemerklich mache, wie diess unter der Voraussetzung, dass die so ausserordentliche Zunahme das Resultat eines proportional gesteigerten Stoffumsatzes wäre, der Fall sein müsste; die Harnstoffvermehrung in solchen Fällen trete schon nach wenig Stunden ein, so dass man bei Thieren, die in 24 Stunden die Hälfte ihres Gewichtes an Fleisch zu consumiren vermögen, annehmen müsste, es habe sich in dieser Zeit die Hälfte des Thieres umgesetzt; die Menge des Harnstoffs nehme endlich rasch zu nach Genuss von Glycin, Alloxantin, Thein, Harnsäure, Substanzen, die als solche nicht geeignet scheinen, zu Gewebsbestandtheilen zu werden.

Nachdem Liebig schon vor vielen Jahren der Ansicht, der Stickstoff der Nahrungsmittel könne, ohne vorher zu einem Bestandtheil der Gewebe geworden zu sein, in den Harn als Harnstoff übergehen, aus allgemeinen Erwägungen energisch entgegengetreten war, hat in neuerer Zeit namentlich Bischoff durch sehr ausgedehnte und mit grosser Ausdauer ausgeführte Untersuchungen die von Lehmann u. A. vertretene Anschauung zu entkräften gesucht. Die grossentheils aus seinen eigenen Untersuchungen, zum Theil aber auch aus allgemeinen Erwägungen geschöpften Gründe lassen sich in Kürze in folgender Weise zusammenfassen: es gebe einen Fall, wo der Harnstoff nur durch Umsetzung der Gewebe gebildet werden könne, nämlich den von den verschiedensten Seiten bestätigten, dass die Thiere bei gänzlichem Mangel aller Nahrung, beim Hungern bis zum letzten Lebensaugenblicke Harnstoff zu erzeugen fortfahren, während dabei ihre Muskeln und Gewebe schwinden; — es sei der Zeitpunkt gar nicht zu bestimmen, wo sich aus überschüssiger Nahrung direct Harnstoff erzeugen solle, und Versuche zu dem Zwecke angestellt, hierüber Anhaltspunkte zu gewinnen, führen zu einem die ganze Theorie ihres Haltes beraubenden Resultate: Bei einem Hunde, welcher in 24 Stunden 1500 bis 1800 Grammes Fleisch erhielt, war die Menge des gebildeten Harnstoffs sogar grösser als dem Stickstoffgehalt der zugeführten Nahrung entsprach, man müsse daraus schliessen, dass nicht nur der Stickstoff der Nahrung in die Gewebe einging, sondern dass unter den gegebenen Umständen der Körper des Thieres zur Bestreitung der Arbeit im Organismus zur Krafterzeugung noch mehr hergeben musste. Hier anzunehmen, dass der gebildete Harnstoff zum Theil auf Kosten der Albuminate des Blutes, und zum Theil auf Kosten des Umsatzes der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile gebildet worden sei, erschiene ungereimt; bei einem Nahrungsquantum von 1800 Grm. Fleisch in 24 Stunden trat aber eine Aenderung in dem Verhältnisse des Harnstoffs in der Art ein, dass nun die Menge des Stickstoffs der Nahrung jener der Albuminate der Nahrung entsprach; es sei nicht möglich, anzunehmen, dass hier der Vorgang nun plötzlich ein anderer gewesen, als kurz zuvor bei 1500 Grm. Wurde die Nahrung des Thieres auf 2000 bis 2500 Grm. Fleisch in 24 Stunden gesteigert, so setzte der Hund Fleisch an, und alsbald trat wieder Vermehrung des Harnstoffs ein, weil sich, wie Bischoff glaubt, die sich umsetzende Körpermasse des Thieres nun vergrössert hatte. Nie trat ein Augenblick ein, wo es irgendwie möglich gewesen wäre, die ausgeschiedene Harnstoffmenge als Product eines directen Umsatzes der Nahrung zu betrachten (Luxusconsumtion), sondern sie entsprach immer dem Product aus der sich umsetzenden Masse des Thieres, und der in der Nahrung gebotenen Menge Stickstoff. Wenn übrigens die Bedingungen einer Oxydation der Albuminate im Blute beim Hungern bei einer immer kleineren Menge von Albuminaten, und einer nahezu unveränderlichen Menge von Sauerstoff nicht gegeben seien, so sei ohne Hinzutreten irgend einer neuen und wesentlichen Bedingung eine solche Oxydation bei Zu-

nahme der Albuminate durch gesteigerte Nahrung noch weniger möglich, und soll eine Ernährung möglich sein, so dürfen sich die Bedingungen einer Umsetzung der Albuminate in Harnstoff im Blute nicht finden, sie müssen vielmehr ausserhalb desselben in den Geweben selbst liegen. Wenn endlich ein so lebhafter und massenhafter Stoffwechsel allerdings etwas Ueberraschendes und unseren bisherigen Anschauungen Widerstrebendes habe, so würde dadurch die Nöthigung, nachzuweisen, wie sich die Bedingungen der Harnstoffbildung bei viel Albuminaten im Blute plötzlich ändern sollen, und worin diese Bedingungen bestehen, für Jene, welche sie postuliren, nicht aufgehoben, überdiess hätten die neueren physiologischen Forschungen gelehrt, dass die Bewegung der Säfte unseres Körpers eine viel lebhaftere und intensivere sei, als man sich irgendwie früher vorgestellt habe; es sei unzweifelhaft, dass dieselbe mit der Massenzunahme der Nahrung ausserordentlich gesteigert werde. Eine solche Steigerung sei aber nicht ohne Vermehrung der Arbeit und einen grösseren Aufwand von Kraft möglich, welche sich ebenfalls nur wieder auf Kosten der Umsetzung eines gewissen Antheils der organischen Substanz entwickeln könne. Endlich sei auch der Chemie eine directe Ueberführung der Albuminate in Harnstoff bisher nicht gelungen. Wir wollen diesen Gegengründen nur noch hinzufügen, dass der Uebergang der Harnsäure, des Alloxantins und anderer dem Harnstoff bereits sehr nahe stehender Stoffe in Harnstoff für die vorliegende Frage ohne alle Bedeutung ist, was näher auszuführen vollkommen überflüssig erscheint.

Jedenfalls ist in Bezug auf die in ihren Grundzügen gegebene Controverse das letzte Wort noch nicht gesprochen, und die Erleuchtung einiger dunkeln Parthien darin von der Zukunft zu erwarten.

Was den Ort der Bildung des Harnstoffs anbetrifft, so hat man in früheren Zeiten geglaubt, derselbe werde erst in den Nieren gebildet, welche demzufolge als harnbereitendes Organ in dem Sinne aufgefasst wurden, in welchem die Leber als gallenbereitendes erscheint. Durch zahlreiche, theils anatomisch-histologische, theils experimental-physiologische Untersuchungen hat sich aber diese Ansicht als unhaltbar erwiesen, und es kann als sicher angesehen werden, dass der Harnstoff nicht erst in den Nieren gebildet, sondern denselben schon fertig gebildet zugeführt wird. Den schlagendsten Beweis dafür liefert die von den bewährtesten Forschern wiederholt constatirte Thatsache, dass nach Exstirpation der Nieren, und ebenso auch bei Krankheiten dieses Organs, welche seine Function beeinträchtigen, fortwährend Harnstoff erzeugt wird, und derselbe sich dann im Blute anhäuft (Urämie); ja Marchand brachte durch blosse Unterbindung der Nierennerven bei einem Hunde alle Erscheinungen der Urämie hervor, und konnte nicht nur im Blute, sondern auch in von dem Thiere ausgebrochenen Massen die Gegenwart des Harnstoffs nachweisen. Daraus aber, dass der Harnstoff nicht in den Nieren erzeugt werde, sofort zu schliessen, dass seine Bildung im Blute vor sich gehe, scheint uns voreilig zu sein, und es sprechen gegen diese Voraus-

setzung alle jene Gründe, welche gegen die directe Oxydation der Albuminate der Nahrung zu Harnstoff geltend gemacht werden, und auf die wir daher hier nicht wieder zurückkommen wollen. Es ist allerdings richtig, dass in den Geweben bisher Harnstoff nicht nachgewiesen werden konnte, während darin diejenigen Stoffe, die nach allen Erfahrungen zur Harnstoffbildung verwendet werden, wie Kreatin, Guanin, Sarkin, Xanthin, Harnsäure u. s. w., aufgefunden wurden; allein wenn man berücksichtigt, wie verschwindend klein selbst die Harnstoffmengen sind, die man im normalen Blute nachzuweisen vermag, und die hier doch von der Summe aller Gewebe stammen, und wie rasch die einmal ins Blut aufgenommenen unter normalen Bedingungen wieder aus selbem entfernt werden, so dürfte das negative Resultat der bisherigen Versuche, in den Geweben selbst Harnstoff nachzuweisen, an Beweiskraft sehr einbüssen; uns scheint es das Wahrscheinlichste, dass die Bildungsstätte des Harnstoffs in den Geweben selbst zu suchen sei, und hier allerdings unter Mitwirkung des Blutes erfolge, doch muss zugegeben werden, dass gegen die von Lehmann vertretene Ansicht, wonach der Harnstoff im Blute aus den in den Geweben gebildeten, und ihm chemisch schon nahe stehenden Stoffen, wie Kreatin, Harnsäure etc., gebildet werden könnte, in dieser Beschränkung nichts Erhebliches vorzubringen ist, und dass für diese Möglichkeit die Thatsache angeführt werden kann, dass Stoffe wie Allantoin, Harnsäure u. s. w. ins Blut gebracht den Harnstoffgehalt des Harns vermehren.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Unter normalen Bedingungen erleidet der Harnstoff im Organismus keine weiteren Verwandlungen; er ist das Endproduct der regressiven Stoffmetamorphose, und tritt als solches aus dem Körper. Unter mancherlei pathologischen Verhältnissen dagegen erleidet er allerdings im Organismus schon Veränderungen, die er unter gewöhnlichen Bedingungen erst ausserhalb desselben erfährt. So geschieht es zuweilen, dass der gelassene Harn stark alkalisch reagirt und mit Säuren braust, demnach kohlensaures Ammoniak enthält, welches durch Spaltung des Harnstoffs bereits in der Blase entstanden ist, indem der Harnblasenschleim reichlicher abgesondert, bereits dort jene Veränderungen erleidet, wodurch er zu einem Fermente für Harnstoff wird. Demgemäss beobachtet man diese Erscheinung zumeist bei inveterirtem Blasencatarrh, überdiess aber auch bei Rückenmarksleiden. Auch im Blute kann unter pathologischen Verhältnissen eine Spaltung des dort angehäuften Harnstoffs in Kohlensäure und Ammoniak stattfinden, und giebt dann zu einem Symptomencomplex Veranlassung, der den Pathologen unter dem Namen Urämie bekannt ist, und bei bestimmten Phasen von Nierenerkrankung, oder von Obliteration der Harnwege mit theilweiser oder völliger Suspension der Urinsecretion, wo sonach das Blut mit Harnbestandtheilen sich mehr und mehr überladet, in die Erscheinung tritt. Auch bei der Cholera und bei anderen Krankheiten findet eine derartige Spaltung des Harnstoffs in Kohlensäure und

Ammoniak im Blute statt. Neuere Untersuchungen haben es zweifellos gemacht, dass die bei Harnretention auftretenden Erscheinungen nicht dem Harnstoffgehalte des Blutes, sondern dem aus seiner Zersetzung hervorgehenden kohlensauren Ammoniak zugeschrieben werden müssen. Es ist klar, dass bei Anhäufung von Harnbestandtheilen im Blute ein Ferment in Wirkung treten muss, welches diese Spaltung bewirkt, wir kennen aber die Bedingungen seiner Bildung und die Natur desselben vorläufig noch nicht.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des Harnstoffs für den Thierkörper ergiebt sich aus den bereits erörterten Beziehungen desselben von selbst, sie ist die eines Excretionsstoffs; der Harnstoff ist diejenige Form, in welcher der Stickstoff, nachdem er im Körper durch vielerlei intermediäre Formen passirt ist, den Körper verlässt, um nun wieder anderen Processen zu dienen; und insofern nach den neueren Untersuchungen es als wahrscheinlich gelten kann, dass nahezu aller Stickstoff der dem Körper in der Nahrung zugeführten, und zur Regeneration der Gewebe bestimmten Albuminate im Harn als Harnstoff wieder erscheint, gewinnt er eine weitere physiologische Bedeutung, indem nämlich unter gewissen Bedingungen und Einschränkungen seine Ausscheidungsgrösse als Maass für die Energie des Stoffwechsels verwerthet werden kann. Erscheint nun aber der Harnstoff für das Thier als die letzte Stufe seiner Umsetzungen, so ist er anderseits eine Substanz, welche durch einfache Abspaltung in zwei directe Nahrungsstoffe der Pflanzen, in Ammoniak und Kohlensäure übergehen kann, und in der That sofort übergeht, sowie sie mit dem Harn den Körper verlassen hat, und dieser sich selbst überlassen bleibt; sowie der Harn zu faulen beginnt, zerfällt der Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak. Kohlensäure und Ammoniak aber sind zwei der wichtigsten Nährstoffe für die Pflanzen, und indem die Producte der Fäulniss des Harns der Luft und dem Boden wiedergegeben werden, werden sie unmittelbar zum Aufbau des Leibes der Pflanzen verwendet, und in diesem Sinne gilt auch für den Harnstoff der Satz: die letzten Producte der regressiven Stoffmetamorphose der Thiere sind die ersten Bausteine der progressiven Stoffmetamorphose der Pflanzen.

Literatur: Ueber die Frage der Bildung und Abstammung des Harnstoffs ist zu vergleichen: Lehmann: Journ. f. prakt. Chem. XXV, 22. XXVII, 257. — Derselbe: Lehrb. d. phys. Chem. 2te Aufl. I, 167; Handb. d. phys. Chem. S. 121. — Marchand: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XI, 454. Bd. XIV, 494. — Liebig: Thierchemie. 1ste Aufl. 147. 251. — Krahmer: Journ. f. prakt. Chem. XLI, 1. — Mulder: Vers. einer phys. Chemie. II, 1254. — Frerichs: Müller's Arch. 1848. S. 469, u. Artikel: Verdauung u. Ernährung in Wagner's Handwörterb. der Physiol. — Bidder u. Schmidt: Verdauungss. u. Stoffwechsel. Mitau 1852. — L. W. Bischoff: Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. 1853. — K. Voit: Beitr. z. Kreislauf des Stickstoffs u. s. w. Inauguraldissert. München 1857. — Th. L. W. Bischoff u. K. Voit: Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. Leipzig u. Heidelberg 1860.

b. Stickstoffhaltige Säuren.

Hippursäure: $C_{18} H_8 N O_5$, HO.

Grosse, wohlausgebildete, milchweisse vierseitige Prismen; geruchlos, von schwach bitterlichem Geschmack, in kochendem Wasser und Weingeist leicht, in kaltem Wasser und Aether aber schwieriger löslich. Die Lösungen zeigen deutlich saure Reaction. Beim Erhitzen schmilzt die Hippursäure zu einem öligen Liquidum, welches beim Erkalten zu einer krystallinischen Masse erstarrt; bei stärkerem Erhitzen zerfällt sie anfangs in Benzoësäure und benzoësaures Ammoniak, hierauf in Benzonitril, Blausäure und einen harzartigen Körper. Hippursäure.

Mit Salzsäure, Schwefelsäure oder anderen starken Säuren, oder auch mit Alkalien gekocht, spaltet sich die Hippursäure in Benzoësäure und Glycin; eine ähnliche Zersetzung erleidet sie durch Fermente in alkalischen Flüssigkeiten, z. B. in faulendem Harn. Durch Bleisuperoxyd wird sie in Benzamid, Kohlensäure und Wasser, durch salpetrige Säure in Benzoglycolsäure, durch ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure in Nitrohippursäure verwandelt.

Die hippursauren Salze sind krystallisirbar, und meist in Wasser löslich. Die Lösungen der hippursauren Salze werden durch stärkere Säuren unter Ausscheidung der Hippursäure zersetzt.

Gute Abbildungen von Hippursäure und hippursaurem Kalk finden sich bei Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XX. XXI. XXII. XLIV; und bei Funke: Atl. d. phys. Chem. 2te Aufl. Taf. VIII. Fig. 2 u. 3.

Vorkommen. Die Hippursäure ist ein normaler Bestandtheil des Harns pflanzenfressender Säugethiere, vor Allem der Pferde, dann aber auch des Rindes, der Ziege, des Schafes, des Hasen, Elephanten, der Kameele u. a. m. Im menschlichen Harn ist sie bei gesunden Individuen und normaler Nahrung nur in geringer Menge enthalten, allein bei ausschliesslicher Pflanzenkost vermehrt sie sich darin derart, dass ihre Menge der im Harn von Herbivoren auftretenden gleichkommt; auch bei Diabetes mellitus nimmt ihre Menge im Menschenharne zu. Ausserdem wurde die Hippursäure in den Excrementen von Testudo graeca und tabulata, gewisser Schmetterlinge und Habichtsmotten, im Blute der Rinder und Pferde, in den Hautschuppen bei Ichthyosis, und im Schweisse nach dem Genusse von Benzoësäure nachgewiesen, endlich ihre Gegenwart in den Nebennieren der Pflanzenfresser wahrscheinlich gemacht. Auch im Castoreum soll sie vorkommen. Vorkommen.

Zustände im Organismus. Wenn man von dem Vorkommen der Hippursäure im Organismus spricht, so versteht man darunter keineswegs freie Hippursäure, denn solche scheint im Organismus nicht vorzukommen, sondern hippursaure Salze. In der That ist die Hippursäure im Organismus stets an Basen gebunden, namentlich an Natron und Kalk, und in dieser Form gelöst. Geringe Mengen könnten allerdings auch wohl als freie Hippursäure gelöst sein, allein ihre Hauptmenge ist sicherlich stets an Basen gebunden, und zwar im Harn der Pferde hauptsächlich an Kalk. Durch einfaches Abdampfen des Pferdeharns kann der hippursaure Kalk krystallisirt erhalten werden. Zustände im Organismus.

Abstammung.

Abstammung. Die Frage nach der Abstammung der Hippursäure beansprucht aus mehrfachen Gründen ein besonderes Interesse. Vor Allem deshalb, weil, wie sogleich gezeigt werden soll, ihre Bildung mit der Art der Nahrung in innigem Zusammenhang steht. In der That ist die Hippursäure, wie oben bemerkt wurde, ein Normalbestandtheil des Harns pflanzenfressender Säugethiere, während bei fleischfressenden ihre Stelle durch Harnsäure vertreten ist. So wie aber vom Menschen ausschliesslich Pflanzenkost genossen wird, so tritt sofort reichlich Hippursäure im Harn auf und die Harnsäure verschwindet. Damit im Einklang steht die Beobachtung Wöhler's, wonach im Harn von Kälbern die Hippursäure so lange fehlt, als sie noch keine vegetabilische Nahrung genossen haben. Sie erscheint demnach als ein dem Stoffwechsel der Pflanzenfresser mehr oder weniger eigenthümliches Product, denn wenn wir sie im Harn des Menschen auch unter normalen Bedingungen allerdings in geringer Menge vorfinden, so liegt darin insofern kein Widerspruch, als ja die Menschen Omnivoren sind, ja es findet darin der Zusammenhang des Vorkommens der Hippursäure mit der Nahrung sogar eine weitere Bestätigung. Die Hippursäure ist weiterhin eine Verbindung, deren Bildung in dem menschlichen Körper nicht nur allein durch die Art der Nahrung, sondern auch auf anderem Wege willkürlich hervorgerufen werden kann. Wenn wir Benzoësäure geniessen, so verwandelt sich diese Säure im Organismus in Hippursäure, die im Harn dann in reichlicher Menge nachzuweisen ist; ebenso verwandeln sich andere dem Organismus von aussen zugeführte Stoffe in demselben in Hippursäure, solche nämlich, die sich dabei, wie es scheint, in Benzoësäure verwandeln, und dann erst in Hippursäure übergehen: Bittermandelöl, Zimmtsäure u. a. m. Vergleicht man die Formel der Benzoësäure mit jener der Hippursäure, so sieht man sogleich, dass die Hippursäure als eine mit Glycin gepaarte Benzoësäure betrachtet werden kann, aus der die Elemente des Wassers bei der Vereinigung beider Stoffe ausgetreten sind, dass sie mit anderen als Benzacetomidosäure betrachtet werden kann:

Benzoësäure . . .	=	C_{14}	H_6		O_4
Glycin		C_4	H_5	N	O_4
		C_{18}	H_{11}	N	O_8
	—		H_2		O_2
Hippursäure		C_{18}	H_9	N	O_6

Mit dieser Anschauung stehen nun in der That alle chemischen Beziehungen der Hippursäure im Einklange. Durch Behandlung mit Säuren zerfällt sie in Benzoësäure und Glycin, unter der Einwirkung von Fermenten spaltet sie sich in Benzoësäure und Zersetzungsproducte des Glycins, durch Behandlung mit salpetriger Säure liefert sie Benzoglycolsäure, endlich lässt sie sich auf synthetischem Wege aus Benzoësäure und Glycin, oder auch aus Benzoylchlorür und Glycin-Zink künstlich darstellen. Wenn wir nun die Benzoësäure im Organismus in Hippursäure übergehen

sehen, ja wenn wir sogar beobachten, dass die der Benzoësäure homologen und analoge Säuren: die Toluylsäure und die Salicylsäure, sich im Organismus ganz ähnlich verhalten, indem sie dabei die mit Glycin gepaarte Tolursäure und Salicylursäure liefern, so liegt es sicherlich nahe anzunehmen, dass die Benzoësäure und die ihr ähnlichen stickstofffreien Säuren im Organismus die Elemente des Glycins aufnehmen; diess gewinnt an Bedeutsamkeit, wenn man sich erinnert, dass Glycin zwar als solches im Thierkörper bisher noch nicht aufgefunden wurde, dass es aber ein Zersetzungsproduct der leimgebenden Gewebe ist, und in gepaarter Verbindung in der Galle in der Form von Glykocholsäure vorkommt. Aus dem Angeführten erhellt von selbst, dass für die Erforschung der Bildung der Hippursäure im Thierkörper mehrfache Anhaltspunkte gegeben sind, und dass gerade diese Säure eine treffliche Veranlassung darbietet, an unsere Anschauungen über den Chemismus im Thierkörper den prüfenden Maassstab der Thatsachen anzulegen. Im Allgemeinen und im weiteren Sinne kann übrigens die Abstammung der Hippursäure nicht zweifelhaft sein; sie ist ein Product des Stoffwechsels, und es müssen zu ihrer Bildung die Albuminate der umgesetzten Gewebe jedenfalls beitragen. Aus dem Umstande, dass Benzoësäure dem thierischen Organismus einverleibt, im Harn als Hippursäure wieder erscheint, könnte man zwar den Schluss ziehen, dass mit der vegetabilischen Nahrung in den Körper möglicherweise Substanzen gelangen, die entweder Benzoësäure als solche, oder doch Benzoylverbindungen enthalten, die sich in Benzoësäure zu verwandeln fähig sind, allein Hallwachs hat durch sehr gründlich durchgeführte Versuche dargethan, dass in den Futterkräutern, nach deren Genuss eine Kuh reichlich Hippursäure ausschied, keine Benzoësäure enthalten war, und überhaupt keine Benzoylverbindung nachgewiesen werden konnte, die sich in Bittermandelöl oder Benzoësäure im Organismus umsetzen konnte, und ebenso, dass das früher zuweilen für Benzoësäure gehaltene, und in einigen Pflanzen vorkommende Cumarin und das Chlorophyll unverändert durch den Organismus hindurchgehen. Es folgt daraus, dass die zur Bildung der Hippursäure nöthige Benzoësäure im Organismus selbst erst erzeugt werden muss. Nachdem nun von verschiedenen Seiten angestellte Untersuchungen übereinstimmend gezeigt haben, dass die Albuminate bei der Behandlung mit Oxydationsmitteln Benzoësäure und Bittermandelöl liefern, so ist es um so wahrscheinlicher geworden, dass die Benzoësäure, die in der Hippursäure in gepaarter Verbindung enthalten ist, aus den Albuminaten der umgesetzten Gebilde abgespalten wird. Eine andere mögliche Quelle dieser Benzoësäure haben, wenn sie sich bestätigen, die Beobachtungen von Fröhde ergeben, denenzufolge auch das Tyrosin Bittermandelöl und Benzoësäure durch Oxydationsmittel liefert. Berücksichtigt man, dass das Tyrosin selbst aus den Albuminaten hervorgeht, und dass es sich bei Leberkrankheiten in der Leber in nicht unbeträchtlicher Menge anhäuft, so gewinnt diese Möglichkeit um so mehr an Bedeutung, als Fröhde

sowie Städeler auf ihre Versuche gestützt das Tyrosin als eine Verbindung ansehen, in der auch das Molekül des Glycins enthalten ist, und endlich die beiden Formeln in einer sehr einfachen Beziehung zu einander stehen, da sich die Formel des Tyrosins, $C_{18} H_{11} N O_6$, von jener der Hippursäure, $C_{18} H_9 N O_6$, einfach durch 2 H, welche das Tyrosin mehr hat, unterscheiden. Es könnte demnach das Tyrosin durch Oxydation recht wohl in Hippursäure übergehen. Bis jetzt ist es aber noch nicht gelungen, Tyrosin in Hippursäure wirklich überzuführen, und es geben dazu die bisherigen Erfahrungen überhaupt wenig Hoffnung. Dass das Tyrosin möglicherweise auch zur Gallenbildung verwendet werden könnte, haben wir bereits weiter oben erörtert. Kann es nun nach Allem kaum bezweifelt werden, dass auch im Organismus Benzoësäure der eine Factor der Hippursäurebildung ist, so haben anderseits Kühne und Hallwachs durch eine Reihe von Versuchen noch weitere wichtige Aufschlüsse über den Modus dieser Bildung geliefert. Sie stellten sich die Aufgabe, zu ermitteln, wo die in den Körper von aussen eingeführte Benzoësäure die Umwandlung in Hippursäure erleidet, ob diese Umwandlung im grossen Kreislauf, oder im Darm, oder innerhalb des Leberkreislaufs erfolgt, und fanden, dass benzoësaures Natron in Quantitäten, welche 1 bis 4 Grm. Benzoësäure entsprachen, in die Jugular- und Cruralvenen injicirt, in dem Harn wieder als Benzoësäure auftrat, woraus hervorgeht, dass der grosse Kreislauf im Allgemeinen nicht der Ort der Umwandlung der Benzoësäure ist. Wurde bei einem Hunde durch eine Gallenfistel der Zufluss der Galle in den Darm verhindert, und ihm theils Benzoësäure, theils benzoësaures Natron eingegeben, so enthielt der Harn stets Hippursäure und keine Benzoësäure. Ebenso fand sich in dem Darminhalte eines Hundes, der eine Stunde vor dem Tode 2 Grm. Benzoësäure erhalten hatte, nur Benzoësäure, aber keine Hippursäure vor, woraus folgt, dass die Hippursäure auch nicht im Darm etwa durch Vermittelung der Galle erzeugt wird. Wurde aber einer Katze die ganze Leber sammt dem Ductus choledochus nebst allen zu- und abführenden Gefässen unterbunden, und dem Thiere Benzoësäure als benzoësaures Natron gegeben, so enthielt der Harn nach dem Tode des Thieres untersucht keine Hippursäure, aber viel Benzoësäure, was beweist, dass die Benzoësäure bei Ausschluss des Leberkreislaufs unverändert in den Harn übergeht. Wenn demnach die Benzoësäure nur innerhalb des Blutes bei Gegenwart von Gallenbestandtheilen (Bedingungen, die im Gefässsystem der Leber gegeben sind) zu Hippursäure umgewandelt werden kann, so musste nach gleichzeitigen Injectionen von Benzoësäure oder benzoësaurem Natron und Galle der Harn Hippursäure enthalten. In der That fanden Kühne und Hallwachs reichlich Hippursäure im Harn, wenn dem Blute Benzoësäure und gereinigte Galle injicirt wurden. Endlich lieferten Injectionen von glykocholsaurem und benzoësaurem Natron, und von benzoësaurem Natron und Glycin einen hippursäurehaltigen Harn, so dass damit der Beweis geliefert war, dass sich innerhalb des Organismus Benzoësäure und Glycin wirklich zu Hippursäure vereinigen können.

Nach dem Resultate aller dieser Versuche ist es nicht mehr länger zweifelhaft, woher das zur Bildung der Hippursäure nöthige Glycin stammt; es stammt von der Leber, in der, wie wir bereits wissen, das Glycin als Bestandtheil einer Säure der Galle: der Glykocholsäure, erzeugt werden muss, woraus es aber dort erzeugt werden könnte, wurde bereits weiter oben erörtert. Mit Bestimmtheit ist hierüber nichts ermittelt. — Wir sind bei der Erörterung der Frage der Abstammung der Hippursäure deshalb etwas ausführlicher zu Werke gegangen, weil die über diese Frage angestellten wichtigen Versuche ein sehr passendes Beispiel des allein richtigen Weges darbieten, der bei der experimentellen Lösung derartiger Fragen eingeschlagen werden muss, und weil sie zugleich zeigen, welch ein mächtiger Hebel zu einer erfolgreichen Behandlung derselben, die richtig erkannte chemische Constitution eines Körpers werden kann.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Unter normalen Bedingungen der Ernährung der Pflanzenfresser scheint die Hippursäure im Organismus keine weitere Veränderungen zu erleiden, sondern wird als solche mit dem Harn ausgeschieden. Doch haben wiederholte Versuche eine gewisse Beziehung der Ausscheidung der Hippursäure zur Lebensart der Thiere festgestellt, und ergeben, dass im Harn stark arbeitender Pferde die Hippursäure in viel grösserer Menge auftritt, wie im Harne ruhender Thiere, ja, nach Beobachtungen von Roussin soll sogar ein constantes Verhältniss zwischen Hippursäure- und Harnstoffgehalt des Harns der Pferde bestehen, insofern nämlich mit der Abnahme der Hippursäure im Harn der Harnstoff sich vermehrte und umgekehrt. Ob in jenen Fällen, wo die Hippursäure sehr vermindert, der Harnstoff aber sehr vermehrt ist, in Folge eines qualitativ geänderten Stoffwechsels es gar nicht zur Bildung der Hippursäure kommt, oder ob die gebildete weitere Spaltungen erfährt, und als ein Product dieser Spaltung nun Harnstoff auftritt, ist vorläufig nicht zu entscheiden, jedenfalls aber bedürfen die obigen Beobachtungen noch weiterer Bestätigung, da sie mit den Erfahrungen anderer Chemiker im Widerspruche stehen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Hippursäure ist die eines Excretionsstoffes, sie ist eines der Endproducte der Stoffmetamorphose. Ob ihre Bildung nicht in einer gewissen Beziehung zur Bildung der Galle stehe, muss vorläufig dahingestellt bleiben, obgleich, wie obige Erörterungen zeigen, es an Andeutungen einer solchen Beziehung nicht fehlt.

Literatur: Hallwachs: Ueber den Ursprung der Hippursäure des Harns der Pflanzenfresser. Gekr. Preisschr: Göttingen 1857. — Kühne u. Hallwachs: Nachr. d. K. Gesellsch. d. W. zu Göttingen 1857. Nr. 8. 129. — Arch. f. path. Anat. XII, 386. — A. Weismann: Ueber den Ursprung der Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser. Preisschr. Göttingen 1857. — Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. R. II, 331. — Roussin: Compt. rend. 1856. I. Nr. 13. — von Maack: Arch. f. wissensch. Heilk. IV, 97; Schmidt's Jahrb. Bd. 99. S. 278.

Harnsäure: $C_{10} H_4 N_4 O_6$.

Harnsäure.

Die reine Harnsäure bildet ein weisses, leichtes, aus kleinen Krystallen bestehendes Pulver. Die Krystalle unter dem Mikroskop betrachtet, zeigen bald die Form rhombischer Tafeln, bald jene sechsseitiger Platten, bald endlich jene rechtwinkliger vierseitiger Prismen. Sowie sie in Harnsedimenten auftritt, stellt sie oft schon mit freiem Auge erkennbare Krystalle dar, die unter dem Mikroskop untersucht, sich als platte Tafeln von rhombischem Habitus darstellen, welche gewöhnlich braun- bis goldgelb gefärbt, immer aber ausserordentlich durchsichtig, und von verschiedener, zuweilen bedeutender mikroskopischer Grösse sind.

Ausserordentlich schön und treu sind die Abbildungen der Harnsäure bei Robin u. Verdeil: Pl. XI. Fig. 1 u. 2. Pl. XII. Pl. XIII. Fig. 1 u. 2. Bisweilen erscheint der Rhombus in der Weise modificirt, dass die stumpfen Winkel abgerundet sind, und dadurch spindelförmige Gestalten entstehen (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VII. Fig. 1, 3. Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XI. Fig. 1. a. b. c. d. e.), seltener sind Formen, die fassförmigen kurzen Cylindern gleichen (Robin u. Verdeil: Pl. XI. Fig. 2. e.), sowie eigenthümliche rosettenähnliche Krystalldrusen, die, wie man sich durch Drücken und Verschieben des Deckblättchens überzeugen kann, ebenfalls aus rhombischen Tafeln von verschiedener Grösse bestehen, die auf ihren Kanten liegen, und gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt convergiren (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VII, 3. XVII. Fig. 1. Robin u. Verdeil: Pl. XI. Fig. 2. k. Pl. XIII. Fig. 1. f. g. h.). Die Grundform der Harnsäurekrystalle ist ein rhombisches Verticalprisma, dessen Flächenneigung = 53° 56′, und zwei aus diesem durch Verdoppelung der makro- oder brachydiagonalen Axe entstandene Prismen, deren Combinationen (gewöhnlich in Harnsedimenten) Verticalprismen mit elliptischer Basis (biconvexen Seitenflächen) bilden.

Durch Salzsäure aus dem Harn ausgeschieden, bildet sie bräunlich-rothgelbe, auch wohl violett gefärbte Kryställchen, die unter dem Mikroskop untersucht meist Formen zeigen, wie Robin u. Verdeil Pl. XV. Fig. 1 u. 2 abbilden. Wird der Harn statt mit Salzsäure mit Essigsäure versetzt, so scheidet sich die Harnsäure gewöhnlich in den bei Robin u. Verdeil Pl. XIV. Fig. 2 abgebildeten Formen aus.

In reinem Zustande ist die Harnsäure geschmack- und geruchlos, in Wasser nur sehr wenig löslich, unlöslich aber in Alkohol und Aether. Von concentrirter Schwefelsäure wird sie ohne Zersetzung aufgelöst, und aus dieser Lösung durch Wasser wieder niedergeschlagen. In kohlensauren, borsauren, phosphorsauren, milchsauren und essigsauren Alkalien ist sie ebenfalls löslich, indem sie diesen Salzen einen Theil ihrer Basis entzieht, damit saure harnsaure Salze bildend. Sowohl feuchte Harnsäure, als auch eine heisse Lösung derselben röthen Lackmus. Der trockenen Destillation unterworfen, zersetzt sich die Harnsäure in Harnstoff und Cyanursäure, in freie Cyanwasserstoffsäure und kohlensaures Ammoniak. Bleisuperoxyd führt sie in Allantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure über; durch Ozon entsteht daraus ebenfalls Allantoin, Harnstoff und Kohlensäure.

In mässig concentrirter Salpetersäure löst sich die Harnsäure unter Zersetzung und Gasentwickelung mit gelber Farbe auf, es entweichen Stickstoff und Kohlensäure, und in der Flüssigkeit sind zahlreiche Zersetzungsproducte enthalten. Wird die salpetersaure Lösung bis zur Trockne vorsichtig abgedampft, so bleibt ein röthlicher Rückstand, der, wenn man ihn mit einer Spur von Ammoniak befeuchtet, wunderschön purpurn wird. Befeuchtet man die rothe Masse (Murexid) mit etwas Aetzkali, so wird sie schön purpurblau gefärbt (Reaction auf Harnsäure).

Wird etwas Harnsäure in einer möglichst geringen Menge kohlensauren Alkalis gelöst, und mit dieser Lösung ein weisses Filtrirpapier benetzt, auf welchem man vorher einen Tropfen Silberlösung sich hat ausbreiten lassen, so entsteht durch Reduction des Silberoxyds auf dem Papier sogleich ein dunkelbrauner Fleck (ebenfalls als Reaction für Harnsäure empfohlen).

Die Harnsäure bildet mit Basen die harnsauren Salze; dieselben sind meist saure, und im Allgemeinen nicht leicht löslich; aus den neutralen werden durch Kohlensäure saure Salze gefällt. Die in heissem Wasser löslichen sauren Salze der Alkalien und alkalischen Erden fallen beim Erkalten der Lösungen grösstentheils wieder heraus. Salzsäure und Essigsäure fällt aus den Auflösungen der harnsauren Salze Harnsäure in Krystallen. Waren die Lösungen sehr verdünnt, z. B. Harn, und es geschieht die Ausscheidung sehr allmählich, so bilden sich wohlcharakterisirte Krystalle, wie sie oben beschrieben wurden. In physiologischer Beziehung sind folgende Salze von Wichtigkeit: Harnsaure Salze.

Saures harnsaures Natron. Sowie es in Sedimenten gewöhnlich mit Harnsäure und harnsaurem Ammoniak gemengt vorkommt, erscheint es unter dem Mikroskop in Gestalt von Kugeln, die mit stachelartig aufsitzenden kleinen feinen Prismen besetzt sind (Funke: Atl. Taf. VII. Fig. 5. Taf. XVII. Fig. 3. — Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XVII. Fig. 3. a. b. d. e.), oder als amorphes Pulver. (Robin u. Verdeil: Pl. XVII. Fig. 2. u. Pl. XI. Fig. 3.) Die Kugelhaufen verwandeln sich nach einiger Zeit, namentlich in verdünnteren Lösungen, in kurze hexagonale Prismen oder dicke Tafeln, deren zwei gegenüberliegende Winkel = 74° 50′, die dazwischen liegenden vier = 142° 35′ sind. Dieses Salz ist in Wasser schwer löslich; auf Zusatz von Salzsäure wird es unter Abscheidung von Harnsäure zersetzt. Mit Kali entwickelt es, wenn es rein war, kein Ammoniak, und beim Erhitzen und Verkohlen hinterlässt es einen weissen anschmelzenden Rückstand, der mit Wasser befeuchtet rothes Lackmuspapier bläut, und mit Säuren aufbraust. Saures harnsaures Natron.

Saures harnsaures Ammoniak. Ein Bestandtheil von gewissen Harnsedimenten (Fiebersedimente, Sedimenta lateritia); immer mit anderen harnsauren Salzen oder freier Harnsäure gemengt. Unter dem Mikroskop erscheinen diese Sedimente gewöhnlich als ein dunkles, körniges, vollkommen amorphes Pulver, welches unter dem Mikroskop mit Salzsäure befeuchtet, sich allmählich auflöst; nach einiger Zeit, oft schon nach wenigen Minuten, erscheinen an seiner Stelle kleine rhombische Kryställchen von Harnsäure. In heissem Wasser löst sich das harnsaure Ammoniak auf, fällt aber beim Erkalten wieder heraus. Saures harnsaures Ammoniak.

Saurer harnsaurer Kalk, in Harnsteinen und Sedimenten zuweilen vorkommend, stellt ein weisses, amorphes, in Wasser schwer lösliches Pulver dar. Hinterlässt beim Glühen kohlensauren Kalk. Saurer harnsaurer Kalk.

Vorkommen. Die Harnsäure ist ein Bestandtheil des Harns des Menschen, und der meisten fleischfressenden Säugethiere, des Harns noch säugender Kälber, des Harns der Vögel, der Excremente der Schlangen, Schildkröten, Leguanen, der Schmetterlinge, vieler Käfer und Raupen, sowie endlich einiger Helixarten. Sie findet sich ausserdem in den Harnsteinen, Harnsedimenten, Gichtknoten, und wurde im Blute (bei Gicht und Leukämie, ob im normalen zweifelhaft), in der Milz, der Lunge, der Leber, in der Pancreas und dem Gehirn nachgewiesen. Auch im Muskelsafte findet sich dieselbe. Vorkommen.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Harnsäure kommt im Organismus nur zum geringsten Theile frei, sondern vielmehr in Gestalt harnsaurer Salze vor, ein Umstand, der bei allen im Organismus vorkommenden Säuren um so mehr hervorgehoben werden muss, als es in der That vom physiologischen Standpunkte keineswegs gleichgültig ist, und auch vom chemischen aus eine Unterscheidung verlangt. Es fragt sich selbst, ob das Auftreten freier Harnsäure nicht überall, wo es constatirt wird, mehr oder weniger dem pathologischen Gebiete angehört, oder doch wenigstens mit Zersetzungsvorgängen in Verbindung steht. Freie Harnsäure lässt nicht selten der Harn beim Stehen in Gestalt von Sedimenten fallen, deren Charaktere bereits weiter oben erörtert wurden, und ist ausserdem ein sehr häufiger Bestandtheil der Blasen- und Nierensteine. Eine gewisse und die zahlreichste Classe derselben besteht fast nur aus freier Harnsäure, bei anderen bildet diese mit oxalsaurem Kalk abwechselnde Schichten, und zuweilen endlich bildet sie den Kern; der sogenannte Harngries besteht entweder ausschliesslich oder doch wenigstens vorwiegend aus krystallisirter freier Harnsäure. Sedimente von krystallisirter Harnsäure beobachtet man im Harn ziemlich häufig bei Krankheiten, wie bei Gicht, Rheumatismus, und von Fieber begleiteten Entzündungen. Doch ist zu bemerken, dass ganz frisch entleerter Harn höchst selten freie Harnsäure ausscheidet, sondern sich dieselbe meist erst nach längerem Stehen desselben absetzt. Lehmann hat mit Recht hervorgehoben, dass die Menge derselben in der Regel viel zu bedeutend ist, um dem Gedanken Raum zu geben, dass dieselbe im Harn auch wirklich als freie Säure ursprünglich gelöst war; dieselbe entstehe vielmehr erst durch Zersetzung des im Harn normal vorkommenden harnsauren Natrons, wenn der Harn einige Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt war, durch die von Scherer näher studirte saure Harngährung, wobei aus den Extractivstoffen des Harns Milchsäure gebildet wird, die die Harnsäure aus den harnsauren Salzen fällt. Die verschiedenen Harnsorten unterscheiden sich nach Lehmann nur dadurch, dass die eine mehr Elemente zur Milchsäurebildung in sich enthält, wie die andere. Freie Harnsäure unmittelbar aus der Blase mit dem Harn entleert, scheint nur bei der Lithiasis und bei Harngries vorzukommen. Ausser bei den oben genannten Krankheiten findet sich auch unter gewissen noch den physiologischen Breitegraden angehörenden Bedingungen eine Neigung des Harns, beim Stehen krystallisirte Harnsäure auszuscheiden, so nach reichlichem Genusse von Kaffee, von Champagner oder anderen Reizmitteln. Ausser den oben genannten Krankheiten tritt diese Neigung auch zuweilen bei Nierenleiden auf. Aus der ungemein geringen Löslichkeit der freien Harnsäure in Wasser ergiebt sich von selbst, dass da, wo dieselbe überhaupt im Organismus vorkommt, nur sehr wenig davon gelöst sein kann, und in der That beobachten wir sie, wo sie im Organismus frei vorkommt, stets krystallisirt, und es scheint hier ihr Auftreten mit ihrer Ausscheidung mehr oder weniger zusammenzufallen.

In der Form von harnsauren Salzen tritt die Harnsäure normal im Harne auf, und findet sich auch pathologisch sehr häufig. Im Harn sind harnsaures Natron und Kali aufgelöst enthalten, und zwar als saure Salze; zuweilen aber scheiden sie sich beim Erkalten des Harns in Gestalt der sogenannten Fiebersedimente mit etwas harnsaurem Ammoniak aus; offenbar dann, wenn ihre Menge so bedeutend ist, dass bei dem Sinken der Temperatur der Harn dieselbe nicht mehr vollständig aufgelöst zu erhalten vermag. Ausser in diesen Sedimenten kommen aber auch harnsaure Alkalien im Harngries, in Harnsteinen und in den Gichtknoten vor. In den letzteren tritt das harnsaure Natron oft sehr schön krystallisirt auf. Auch in arthritisch erkrankten Gelenkknorpeln hat man krystallisirtes harnsaures Natron beobachtet. An Ammoniak gebunden ist die Harnsäure häufig genug gefunden worden, und man hat lange Zeit die sogenannten Fiebersedimente im Wesentlichen für harnsaures Ammoniak gehalten, während man jetzt weiss, dass sie gewöhnlich wohl etwas harnsaures Ammoniak enthalten, aber zum grössten Theil aus harnsaurem Natron bestehen. Meistentheils ist harnsaures Ammoniak Product der gewöhnlich erst ausserhalb des Körpers eintretenden alkalischen Gährung des Harns; bei inveterirtem Blasencatarrh, namentlich bei Blasenlähmung wird der Harn schon innerhalb der Blase alkalisch, und enthält dann frisch entleert harnsaures Ammoniak in schwarzbraunen mit feinen Nadeln besetzten Kugeln (Lehmann). Harnsaurer Kalk findet sich, wenngleich in geringer Menge, zuweilen in Harnsteinen, Gicht- und anderen Concretionen. Dass auch im Blute die Harnsäure, insofern sie darin vorkommt, an Alkalien gebunden und gelöst ist, muss vorausgesetzt werden, obgleich directe Beweise dafür fehlen. Ueber den Zustand der ausserordentlich geringen Menge Harnsäure, die man in neuerer Zeit in verschiedenen Geweben nachgewiesen hat, weiss man nichts.

Abstammung. Die Abstammung der Harnsäure im Allgemeinen kann nicht zweifelhaft sein, und es gilt davon so ziemlich alles beim Harnstoff Gesagte. So wie dieser ist sie ein Product der regressiven Stoffmetamorphose der stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile, und zwar eines der Endproducte derselben. Woraus sie aber unmittelbar entsteht, ist vorläufig mit Bestimmtheit nicht zu sagen, da keine Thatsachen vorliegen, die geeignet wären, diese Frage endgültig zu entscheiden. Immerhin aber ist es bemerkenswerth, dass die Formeln des Sarkins und Xanthins zu jener der Harnsäure in einer sehr einfachen Beziehung stehen, wie bereits S. 230 erörtert wurde, indem dieselben nur im Sauerstoffgehalte von einander abweichen: Abstammung.

Sarkin $= C_{10} H_4 N_4 O_2$
Xanthin $= C_{10} H_4 N_4 O_4$
Harnsäure $= C_{10} H_4 N_4 O_6$

und es daher theoretisch sehr wohl möglich wäre, dass die beiden ersten

dieser Verbindungen einfach durch Oxydation in Harnsäure übergingen. Wenngleich es nicht gelungen ist, eine derartige Oxydation ausserhalb des Körpers zu bewerkstelligen, so ist dies doch kein Beweis für die Unmöglichkeit eines derartigen Vorganges im Organismus, ja es sprechen vielmehr für die Umwandlung des Xanthins in Harnsäure mancherlei Gründe, so das pathologische Auftreten des Xanthins in Harnsteinen, und das häufig gleichzeitige Vorkommen von Sarkin, Xanthin und Harnsäure. Wir haben übrigens auf alle diese Wahrscheinlichkeitsgründe bereits bei Gelegenheit des Sarkins und Xanthins aufmerksam gemacht. — Wo die Bildungsstätte der Harnsäure zu suchen sei, ist eine Frage, die ebenso wenig als definitiv gelöst anzusehen ist. Es ist gewiss, dass die Bildung der Harnsäure nicht erst in den Nieren erfolgt, und es ist mindestens wahrscheinlich, dass sie in den Geweben, in deren einigen man sie auch bereits nachgewiesen hat, erzeugt wird. Ranke glaubte aus seinen Untersuchungen über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen den Schluss ziehen zu dürfen, dass vorzugsweise die Milz, in der in der That Harnsäure constant nachgewiesen wurde, als die Bildungsstätte der Harnsäure zu betrachten sei. Wenngleich die Beobachtungen Ranke's nicht hinreichen, um über diese vorausgesetzte Beziehung dieses Organs zur Bildung der Harnsäure vollkommen ins Klare zu kommen, so sind sie für die Beleuchtung der Frage immerhin von Werth, und machen eine solche Beziehung jedenfalls wahrscheinlich. Ranke fand nämlich, dass die Menge der Harnsäureausscheidung von der Nahrung abhängig sei, aber nicht so sehr von der Qualität der Nahrungsmittel, als vielmehr von dem Verdauungsacte an und für sich. Schon nach kurzem Fasten vermindert sich die Menge der ausgeschiedenen Harnsäure sehr bedeutend, hebt sich aber sogleich wieder nach Nahrungsaufnahme; demgemäss entsprechen auch die stündlichen Schwankungen der Harnsäure-Ausscheidung dem jeweiligen Stande der Verdauung, indem sich bald nach der Mahlzeit die Ausscheidung der Harnsäure steigert, um sich dann allmählich wieder zu verringern. Sehr bemerkenswerth ist ferner die Beobachtung Ranke's, dass in der Leukämie mit Milzvergrösserung sich die tägliche Harnsäuremenge sowohl absolut als auch relativ bedeutend vermehrt zeigt. Hält man diese Beobachtung mit der wiederholt beobachteten Vermehrung der Harnsäure bei intermittirenden Fiebern, und mit der ebenfalls von Ranke gemachten Erfahrung zusammen, dass grosse Dosen schwefelsauren Chinins bei Gesunden die Ausscheidung der Harnsäure vermindern, und zwar nicht durch Hemmung dieser Ausscheidung, sondern durch Hemmung der Bildung, dass aber die Wirkung des Chinins eine milzabschwellende zugleich ist, so gewinnt das constante Vorkommen der Harnsäure im Milzsafte allerdings an Bedeutung, und die von Ranke aufgestellte Ansicht einige Berechtigung; wenn auch diese Berechtigung kaum eine grössere sein dürfte, als die einer durch wissenschaftliche Gründe gestützten Hypothese, die zu weiteren Forschungen auffordert.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. — Obgleich die Harnsäure im Harn den Körper als solche verlässt, so erscheint sie doch insofern nur als eine Zwischenstufe des regressiven Stoffwechsels oder, wenn man will, als eine Hemmungsbildung, als jedenfalls ein grösserer Theil derselben in Harnstoff umgesetzt wird. Wir haben bereits bei Gelegenheit des Harnstoffs die Harnsäure als die Hauptquelle der unmittelbaren Harnstoffbildung bezeichnet, und in der That sprechen zahlreiche und wichtige Gründe für die Annahme, dass die Harnsäure unter normalen Verhältnissen im Organismus grösstentheils weiter zersetzt wird, und zwar in ganz analoger Weise wie durch Bleisuperoxyd oder durch Ozon, nämlich in Harnstoff, Allantoin, welches seinerseits ebenfalls in Harnstoff übergeht, und in Oxalsäure oder Kohlensäure; so dass endgültig ihr ganzer Stickstoff als Harnstoff austritt, während ein Theil des Kohlenstoffs in der Form von Oxalsäure, oder von Kohlensäure ausgeschieden wird. Für eine theilweise weitere Verwandlung der Harnsäure im Thierkörper und zwar in der angedeuteten Weise sprechen: die Versuche von Frerichs und Wöhler, denenzufolge Harnsäure, innerlich genommen, nicht eine Vermehrung der Harnsäure im Harn bewirkt, sondern eine Vermehrung des Harnstoffs und der Oxalsäure; — das Fehlen der Harnsäure (in der Regel) im Harn der Pflanzenfresser, während sie in einzelnen Organen derselben (Lunge, Leber, Milz) mit Bestimmtheit nachzuweisen ist; — die geringen Mengen von Harnsäure selbst im Harn fleischfressender Thiere, während fast jede Störung des Stoffwechsels, und namentlich der Oxydation im Organismus von einer Vermehrung der Harnsäure begleitet wird. Verwandlungen und Austritt.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Harnsäure ist die eines Auswurfsstoffs, eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose. Physiologische Bedeutung.

Ueber die Abstammung der Harnsäure vergl. ausser der beim Harnstoff angegebenen Literatur: H. Ranke: Beobacht. u. Versuche über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen. Habilitationsschr. München 1858.

Kynurensäure.

Vierseitige, durchsichtige, glasglänzende Nadeln, oder ein lockeres, seideglänzendes, aus kleinen Kryställchen bestehendes Pulver. Beim Erhitzen schmelzend, und sich hierauf unter Bildung eines Oeles von dem Geruch des Benzonitrils zersetzend. In Säuren und Alkalien löslich, auch in kohlensauren Alkalien, aber unlöslich in Alkohol und Aether. Die Kynurensäure ist eine schwache Säure, und bildet mit Alkalien und alkalischen Erden krystallisirbare, stark alkalisch reagirende Salze, die durch Kohlensäure zersetzt werden. Kynurensäure.

Die Formel der Kynurensäure ist noch zweifelhaft, die Analyse ergab in 100 Thln.: Kohlenstoff 61,81, Wasserstoff 4,59, Stickstoff 9,09, Sauerstoff 24,51.

Vorkommen. Die Kynurensäure wurde nur im Hundeharn von Liebig aufgefunden, und seither in anderen Flüssigkeiten noch nicht Vorkommen.

nachgewiesen; doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie auch im Harn des Menschen und anderer Thiere vorkommen mag.

Physiologische Beziehungen.

Ihre physiologischen Beziehungen sind gänzlich unbekannt. Bemerkenswerth für die Bildung dieser Säure ist die von Liebig beobachtete Thatsache, dass dieselbe sich im Harn eines Hundes, der mit Fett allein, oder mit viel Fett und wenig Fleisch gefüttert wurde, in erheblicher Menge vorfand, während im Harn desselben Hundes, als derselbe mehrere Wochen mit Fleisch gefüttert wurde, neben viel Harnstoff und Kreatin nur Spuren dieser Säure gefunden wurden.

Inosinsäure: $C_{10}H_6N_2O_{10}, HO$.

Inosinsäure.

Syrupähnliche Flüssigkeit, durch Alkohol sich in eine feste amorphe Masse verwandelnd. Leicht löslich in Wasser, nicht löslich in Alkohol und Aether. Die Inosinsäure röthet Lackmus stark, schmeckt fleischbrühartig, und zersetzt sich beim Erhitzen, auch schon bei längerem Sieden der Lösung. Mit Basen verbindet sie sich zu Salzen, von denen die inosinsauren Alkalien krystallisirbar, und in Wasser löslich sind.

Vorkommen.

Vorkommen. Wurde von Liebig in geringer Menge im Fleischsaft entdeckt. Liebig machte darauf aufmerksam, dass man sie aus Essigsäure, Oxalsäure und Harnstoff zusammengesetzt betrachten könnte.

1 Aeq. Harnstoff =	$C_2H_4N_2O_2$
1 „ wasserfreie Essigsäure =	$C_4H_3O_3$
1 „ „ Oxalsäure	C_4O_6
1 Aeq. Inosinsäure	$C_{10}H_7N_2O_{11}$

Physiologische Beziehungen.

Ihre physiologischen Beziehungen sind unbekannt, doch ergiebt sich aus den Umständen ihres Vorkommens, dass sie den Producten der regressiven Stoffmetamorphose beigezählt werden muss.

c. Indifferente stickstoffhaltige Körper.

Harnfarbstoffe.

Harnfarbstoffe.

Unsere Kenntnisse der im Harn unter normalen und anomalen Bedingungen auftretenden Farbstoffe sind ebenso unvollständig wie die der anderen thierischen Pigmente, und namentlich gilt von ihnen auch das bei den verschiedenen Hämatinen Gesagte insofern, als uns jede Gewissheit darüber abgeht, ob die auf verschiedenen häufig sehr umständlichen Wegen aus dem Harn gewonnenen Stoffe auch wirklich in demselben als solche vorkommen. Sowie diess beim Hämatin auseinandergesetzt wurde, ist es auch hier möglich, dass diese Stoffe Producte und nicht Educte der Untersuchung sind. Wir werden daher hier denselben Weg einschlagen, wie beim Hämatin, indem wir die von verschiedenen Chemikern und Physiologen isolirten Farbstoffe der Reihe nach beschreiben, da sonst Verwechselungen und Missverständnisse unvermeidlich sind.

Scherer's Harnfarbstoff.

Scherer's Harnfarbstoff.

Harn wird mit salpetersaurem Baryt gefällt, das Filtrat mit Bleizucker gefällt, der Niederschlag ausgewaschen, und hierauf mit Salzsäure und Alkohol in der Wärme zersetzt. Die braune alkoholische Lösung wird filtrirt, im Wasserbade verdampft, und der Rückstand mit kaltem Wasser gewaschen.

Hell- bis schwarzbraune, leicht pulverisirbare Substanz, die in kaltem Wasser kaum, in heissem leichter löslich ist, und von kaustischen und kohlensauren Alkalien sowie von Alkohol, namentlich bei Gegenwart freier Säure, leicht aufgenommen wird.

Die so dargestellte Substanz gab bei der Elementaranalyse keine übereinstimmende Zahlen: 61,37 bis 65,76 Kohlenstoff, 6,01 bis 7,0 Wasserstoff und 6,79 bis 7,03 Stickstoff.

Aus der Flüssigkeit, welche von dem durch Bleizucker entstandenen Niederschlag abfiltrirt ist, fällt basisch essigsaures Bleioxyd noch etwas Pigment, welches auf analoge Weise wie oben isolirt ähnliche Eigenschaften besitzt. Seine Farbe ist jedoch heller, und auch seine Zusammensetzung eine verschiedene. Es enthielt durchschnittlich weniger Kohlenstoff und Wasserstoff. Kohlenstoff 56,6 bis 60,19, Wasserstoff 4,1 bis 5,9, Stickstoff 6,25.

Heller's Uroxanthin.

Heller's Uroxanthin.

Heller bezeichnet mit diesem Namen einen Farbstoff, der die intensiv weingelbe Farbe des Harns bedingen soll, der aber gar nicht isolirt wurde. Es soll ein Product der Zersetzung des Harnstoffs sein (!) und durch freiwillige oder künstliche Oxydation sich in zwei Farbstoffe zerlegen, von denen der eine schön rubinroth, der andere rein ultramarinblau ist (Urrhodin und Uroglaucin). Es wäre demnach das Uroxanthin das Chromogen dieser beiden weiter unten näher zu besprechenden Farbstoffe. Seine Gegenwart soll sich nach Heller durch nachstehende Reactionen zu erkennen geben:

Salpetersäure erzeugt in uroxanthinhaltigem Harn sogleich eine violette Färbung; schüttet man in ein Becherglas zuerst concentrirte Salzsäure, und tropft dann in selbe Harn, und zwar unter beständigem Umrühren, so zeigt sich eine intensiv veilchenblaue Färbung, die bei grossem Uroxanthingehalt des Harns ins tief Indigblaue, ja bis ins Tintenschwarze übergehen kann, und wobei sich Uroglaucin und Urrhodin abscheiden, während die darüber stehende Flüssigkeit allmählich entfärbt wird. Wenn man aus mit Salpetersäure angesäuertem Harn das Chlor durch salpetersaures Silber fällt, Silbersalz im Ueberschuss zusetzt und filtrirt, hierauf das Filtrat genau mit Ammoniak neutralisirt, so entsteht ausser dem hellgelben Niederschlag von phosphorsaurem Silber bei grösserer Menge von Uroxanthin eine intensiv braune Flüssigkeit und Fällung.

Diese von Heller aus seinen Beobachtungen gezogenen Schlüsse entbehren jeder kritisch-wissenschaftlichen Stütze, und es ist durch selbe die Gegenwart des sogenannten Uroxanthins nicht im Geringsten bewiesen, da auch nicht einmal ein Versuch gemacht wurde, die Existenz desselben darzuthun.

Heller's Uroglaucin.

Heller's Uroglaucin.

Dieses Pigment soll gemengt mit Urrhodin bisweilen in Harnsedimenten bei verschiedenen Krankheiten vorkommen, und die seit lange gekannte blaue Färbung derselben bewirken. Auch in dem Harnstein eines Knaben wurde es von Heller neben Urrhodin gefunden.

Künstlich erhält man es nach Heller aus dem Harn mit Urrhodin gemengt, wenn man Morgenharn mit Schwefelsäure oder Salzsäure versetzt, bis eine stark rosenrothe Färbung eintritt. Man lässt das Gemisch einige Zeit stehen, bis es eine tiefer rothe Farbe angenommen hat, und neutralisirt hierauf mit kohlensaurem Ammoniak. Man verdampft zur Trockne, wäscht den Rückstand mit Wasser aus, hierauf mit Aether, der das Urrhodin mit rother Farbe aufnimmt, und kocht den Rückstand mit Alkohol. Die alkoholische Lösung wird verdunstet, der Rückstand nacheinander mit kaltem Aether, Alkohol und kochendem Wasser ausgezogen, und hierauf der Rückstand mit kochendem Alkohol behandelt. Aus dieser Lösung setzt sich beim freiwilligen Verdunsten das Uroglaucin als ein blaues unter dem Mikroskop krystallinisch erscheinendes Pulver ab. Wo das Uroglaucin schon fertig gebildet und ungelöst, wie in Sedimenten und Harnsteinen vorkommt, bedient man sich zu seiner Isolirung und Trennung vom Urrhodin derselben Methode.

Nach Heller ist das Uroglaucin ein blaues Pulver, das aus mikroskopischen, prismatischen oder kornblumenblattähnlichen (?) Krystallen besteht. Unveränderlich an der Luft und in Wasser, in kaltem Alkohol und Aether nicht merklich löslich. Aus der kochenden alkoholischen Lösung fällt es beim Erkalten grösstentheils heraus.

Abbild. von Uroglaucinkrystallen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VIII. Fig. 1.

Mit dem Uroglaucin Heller's sind im Wesentlichen identisch:

Al. Martin's Urokyanin.

Martin's Urokyanin.

Dieser Farbstoff wurde erhalten, indem der Harn mit Salzsäure wie zur Abscheidung der Harnsäure versetzt und so lange sich selbst überlassen wurde, bis er sich blau bis schwarzblau färbte (was natürlich keineswegs eine constante Erscheinung ist), und sich gewöhnlich mit der Harnsäure der Farbstoff in Gestalt eines dunkelblauen Pulvers abgeschieden hatte. Hierauf wurde es abfiltrirt, mit Alkohol ausgekocht, das alkoholische Filtrat eingedampft, der Rückstand mit kaltem Aether behandelt, das in Aether lösliche entfernt, und der Rückstand mit kaltem Alkohol ausgezogen. Durch Kochen dieses Rückstandes erhielt Martin eine schön blaue Lösung, aus welcher sich nach längerer Zeit der Farbstoff als blaues Pulver niederschlug.

Blauschwarzes, auf der Bruchfläche indigblaues, feinkörniges Pulver, unter dem Mikroskop ohne krystallinisches Ansehen, von moschusartigem Geruch und stark blau abfärbend. Unlöslich in Wasser, theilweise löslich in kaltem Alkohol und Aether. Mit kaltem Alkohol und Aether erschöpft, löst sich der Farbstoff in kochendem Alkohol mit reinblauer Farbe ohne Stich ins Rothe. Unlöslich in Alkalien, löslich in concentrirter Schwefelsäure mit grüner Farbe. Die Lösung mit Wasser verdünnt, und längere Zeit an der Luft stehen gelassen wird allmählich wieder blau (Analogie mit Indigo). Beim Erhitzen entwickelt es starke dunkelviolette Dämpfe, ähnlich denen des Jods, die sich als Sublimat verdichten lassen; stärker erhitzt wird es zersetzt.

Virchow's Harnblau.

Virchow's Harnblau.

Diese Substanz beobachtete Virchow in dem Harne kranker Individuen, der beim Stehen an der Luft schon kleine sich bläulich färbende Flöckchen ausschied, die endlich als feiner blauer Satz zu Boden fielen, oder die sich aus dem Harn bei Behandlung desselben mit Mineralsäuren ausschieden. Dieser Farbstoff stimmt im Allgemeinen mit dem Uroglaucin Heller's überein, und erschien unter dem Mikroskop in feinen, strahligen, meist sternförmig zusammengesetzen Nadeln von schön indigblauer Farbe, die sich mikrochemisch gegen die stärksten chemischen Agentien indifferent

verhielten, sich aber in Alkohol zu einer intensiv-blauen Flüssigkeit lösten. Auch in Aether sind sie löslich, und fallen aus diesen Lösungen als amorphe blaue Niederschläge heraus. Doch scheinen sie auch aus Lösungen wieder krystallisirt erhalten werden zu können.

Heller's Urrhodin.

Dieser Farbstoff begleitet nach Heller's Erfahrungen meist das Uroglaucin. Man erhält ihn bei der oben angegebenen Darstellung des Uroglaucins; der ätherische Auszug enthält das Urrhodin, welches man durch Verdunsten des Aethers als eine amorphe Masse erhält. In Form undeutlicher mikroskopischer Kryställchen setzt es sich ab, wenn eine alkoholische Lösung desselben langsam verdunstet. Das krystallisirte Urrhodin ist schwarz, nur in dünnen Schichten carminroth. Im amorphen Zustande bildet es schön rosenrothe Körner. In kaltem Alkohol und Aether ist es mit schön rother Farbe löslich, in Wasser unlöslich. Im stark sauren dunkelgefärbten Harn von Typhuskranken beobachtete Heller einen dunkelhyacinthrothen Farbstoff, der sich vom Urrhodin verschieden verhalten haben soll. Heller's Urrhodin.

Uroerythrin

hat man den rosa- bis ziegelrothen Farbstoff genannt, der den rothen Fieber-Harnsedimenten (sedimenta lateritia) ihre charakteristische Farbe ertheilt. Seine Natur ist noch sehr wenig aufgeklärt, doch kann es als ausgemacht gelten, dass die Färbung dieser Sedimente nicht, wie man früher wohl annahm, von purpursaurem Ammoniak (Murexid) herrührt. Nach der Angabe der meisten Beobachter ist das rothe Pigment dieser Sedimente in Alkohol löslich; während nach Heller das, was Alkohol aus denselben auszieht, Urrhodin, oder ein Gemenge dieses Farbstoffes mit Uroglaucin wäre, und das eigentliche Uroerythrin ungelöst bliebe. Uroerythrin.

Melanurin

ist ein schwarzer Farbstoff genannt worden, der nur in krankhaften Zuständen vorzukommen scheint, und überhaupt nur selten beobachtet wurde. Der Harn, der ihn enthält, ist mehr oder weniger schwarz gefärbt, doch ist es durchaus nicht sicher, ob der in solchem Harn von verschiedenen Beobachtern aufgefundene Farbstoff auch wirklich immer ein und derselbe war. Der von Prout beschriebene wurde durch Säuren nach einiger Zeit aus dem Harn gefällt, löste sich weder in Alkohol noch Wasser, und wurde aus alkalischen Lösungen durch Säuren wieder gefällt. Von heissen concentrirten Säuren wurde er zerstört. Alkalien lösten denselben auf, und die ammoniakalische Lösung verdunstet, hinterliess einen tiefbraunen Rückstand, der nun in Wasser wieder löslich war. Diese wässerige Lösung wurde durch Chlorbaryum, salpetersaures Silberoxyd, Quecksilberoxydul und Bleioxyd mit dunkelbrauner und durch essigsaures Zinkoxyd mit hellbrauner Farbe gefällt. Ein von Dulk beobachteter schwarzer Harnfarbstoff löste sich in Säuren zum Theil mit rothgelber Farbe auf, und hinterliess beim Einäschern eine roth gefärbte stark eisenhaltige Asche. Melanurin.

Harley's Urohämatin.

Harn wird verdunstet, wobei die auskrystallisirenden Salze beständig entfernt werden, der syrupartige Rückstand mit Alkohol extrahirt, der alkoholische kochende Harley's Urohämatin.

Auszug mit Kalkmilch versetzt, bis die Flüssigkeit entfärbt ist, dann filtrirt, und der Rückstand mit Wasser und Aether gewaschen. Dieser, die Kalkverbindung des Farbstoffs, wird hierauf mit Salzsäure und Alkohol behandelt. Die alkoholische Lösung wird längere Zeit mit Aether geschüttelt, und dann mit Wasser versetzt, wobei sich der mit Farbstoff beladene Aether als Oberschicht abscheidet. Man hebt dieselbe ab, wäscht sie mit Wasser, und verdunstet.

Auch aus den Scherer'schen Harnfarbstoffen hat Harley durch Behandlung mit Alkohol und Aether, und zur Trennung einer harzartigen Substanz mit Wasser, und nachheriges Aufnehmen mit Chloroform denselben Farbstoff erhalten.

Das Urohämatin ist eine hochrothe, glänzende, amorphe Substanz, unlöslich in Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Weinsäure und Oxalsäure, löslich dagegen in Ammoniak, kaustischen Alkalien, unlöslich in Wasser und Salzlösungen, löslich aber in Alkohol, Aether und Chloroform. Beim Erhitzen zersetzt es sich, und hinterlässt eine eisenhaltige Asche.

Harley macht darauf aufmerksam, dass das Urohämatin einerseits mit dem Hämatin, und anderseits mit dem Draconin grosse Aehnlichkeit zeigt.

Ausser dem Urohämatin hat Harley aus den Scherer'schen Harnfarbstoffen noch drei andere Pigmente abgeschieden, einen in Alkohol, einen in salzsäurehaltigem Alkohol, und einen in keiner dieser Flüssigkeiten und auch nicht in Aether löslichen.

Indigo.

Indigo.

Von verschiedenen Seiten wurde das Auftreten von Indigo im Harn unter gewissen Umständen behauptet, so von Hill Hassal, v. Sicherer und neuerdings von Schunck, Carter, Rottmann und Eade. Aus den betreffenden Mittheilungen ergiebt sich, dass die beiden Erstgenannten sicherlich denselben Farbstoff unter den Händen hatten, der von Heller unter dem Namen Uroglaucin, von A. Martin und Buchner unter dem Namen Urokyanin beschrieben wurde. In der That stimmt dieser Farbstoff in seinen Eigenschaften, namentlich in seinen Löslichkeitsverhältnissen, und in seiner Sublimirbarkeit mit dem Indigo nahezu überein. Hill Hassal, v. Sicherer und Rottmann haben aber ihren Farbstoff unter ähnlichen Bedingungen zu reduciren vermocht, wie den Indigo, namentlich durch Eisenoxydul, schweflige Säure, Schwefelammonium u.s.w. bei Gegenwart von Alkalien oder alkalischen Erden, und konnten aus diesen Küpen den Indigo durch Berührung mit atmosphärischer Luft wieder regeneriren. Ja Ersterer will daraus sogar Isatin und Anilin dargestellt haben. Sollten sich diese Beobachtungen bestätigen, so wäre es allerdings bewiesen, dass der unter gewissen pathologischen Verhältnissen aus dem Harn nach Zusatz von Säuren sich abscheidende Farbstoff (Uroglaucin, Urokyanin) Indigo ist. Nach den Beobachtungen von Schunck ist der Indig nicht selten Bestandtheil des normalen Harns. Zur Nachweisung desselben vermischt er den Harn mit Bleiessig, filtrirt den entstehenden Niederschlag ab, versetzt das Filtrat mit Ammoniak, zerlegt den die Indigverbindung enthaltenden ausgewaschenen Niederschlag ohne Anwendung von Wärme mit Schwefelsäure oder Salzsäure, und filtrirt. Ist die den Indig erzeugende Substanz (Indican) vorhanden, so wird das Filter schön blau, und es bilden sich auf der Flüssigkeit die kupferglänzenden Indighäutchen, wie bei der Indigküpe. Nach einigen Tagen setzt sich der Indig als blauer Niederschlag ab, den man durch Auflösen in Kali unter Zusatz von Zinnchlorür rein erhält.

Es wäre zunächst festzustellen, ob das Uroglaucin wirklich mit Indigo identisch sei.

Physiologische Beziehungen der Harnpigmente.

Physiologische Beziehungen der Harnpigmente. Ueber diese werden wir uns schon aus dem Grunde kurz fassen müssen, weil wir von keinem einzigen der verschiedenen Harnfarbstoffe wissen, ob er

überhaupt als solcher schon im Harn vorkommt. Abgesehen davon, sind die meisten derselben notorisch pathologische Erzeugnisse, und entstehen auch als solche erst in Folge von chemischen Einwirkungen mit Ausnahme des Uroerythrins und des Melanurins. Die Scherer'schen und Harley'schen Pigmente hätten noch am Ersten darauf Anspruch, als die normalen Harnpigmente angesehen zu werden, allein das Scherer'sche Pigment ist als ein Gemenge mehrerer bereits erkannt, und für das Harley'sche fehlen auch alle wissenschaftliche Garantien dafür, dass es ein chemisches Individuum ist. Was die Abstammung aller dieser färbenden Materien des Harns anbelangt, so ist dieselbe ebenfalls dunkel. Man ist in neuerer Zeit mit dem Satze, dass alle thierischen Pigmente vom Blutfarbstoff abstammen, sehr freigebig gewesen, und in der That ist die Richtigkeit desselben nichts weniger wie unwahrscheinlich, allein sie ist nicht bewiesen. Harley namentlich hat den Eisengehalt seines Urohämatins dafür geltend gemacht, allein er hat damit höchstens eine Hypothese gestützt. Jedenfalls ist aber hervorzuheben, dass auch pathologische Thatsachen dieser Hypothese günstig sind; es zeigt sich nämlich der Harn vorzugsweise reich an Pigment bei Krankheiten der Lungen, der Leber und Milz, also von Organen, die zur Blutbildung in nächster Beziehung stehen, und die Chromaturie fällt häufig zusammen mit einer vermehrten Entleerung von Harnsäure und harnsauren Salzen, also mit Substanzen, welche gleichfalls einer unvollkommenen Zersetzung der Blut- oder Gewebsbestandtheile ihre Entstehung verdanken. So zeigen endlich auch die Beobachtungen von J. Vogel und Bischoff über das Auftreten einer transitorischen Albuminurie mit aufgelöstem Hämatin nach dem Einathmen von Arsenwasserstoffgas, wie in der That durch die Einwirkung gewisser Substanzen die bedeutendsten Störungen in der Spaltung der Blutbestandtheile eintreten, und Farbstoffe desselben in den Harn übergehen können. Da das Uroglaucin hauptsächlich in Krankheiten im Harn auftritt, bei denen die Bildung der Galle vermindert zu sein scheint, so liegt es, wie Virchow meint, nahe, anzunehmen, dass das Uroglaucin eine Art Surrogat des Gallenfarbstoffs sei. Ueber die etwaigen Verwandlungen, welche die Pigmente des Harns, bevor sie ausgeschieden werden, im Organismus zu erleiden fähig sind, wissen wir nichts; wir wissen nur, dass mit dem Harn theils gefärbte, theils solche Stoffe ausgeschieden werden, die unter chemischen Einwirkungen in Pigmente überzugehen fähig sind, dass dieselben im Allgemeinen kohlenstoffreich und stickstoffhaltig, ja zuweilen eisenhaltig sind, und dass sie als Auswurfsstoffe zu betrachten sind, die zum Theil auf gehemmten Umsetzungen beruhen mögen, womit vorläufig beim Standpunkte unserer Kenntnisse ihre physiologische Bedeutung erledigt ist.

Literatur. Die wichtigere Literatur über die Harnpigmente ist nachstehende: Scherer: Ann. d. Chem. u. Ph. LVII, 180. — Heller: Arch. f. phys. Chem. 1845. 161, 169, 172; ebendas.: 1846. 19, 536, 21. — Al. Martin: Das Urokyanin, Inauguraldissertat. 1846. München, auch im Arch. f. phys. Chem. 1846. 191,

287. — Virchow: Arch. f. path. Anat. VI, 259. — Prout: Inquiry in the nature and treatment of diabetes and calculus etc. II. edit. p. 16; Medico-chir. Transact. XII, 37. — Landerer: Buchner's Repert. f. d. Pharm. II. R. V, 234. — Braconnot: Annal. de Chim. et de Phys. XXIX, 258. — Dulk: Arch. d. Pharm. XVIII, 159. — Harley: Verhandl. der med. phys. Gesellsch. zu Würzburg. V; Journ. f. prakt. Chem. LXIV, 264. — Hill Hassal: Chem. Gaz. 1853. 355; Journ. f. prakt. Chem. LX, 382; Chem. Gaz. 1854. 320; Journ. f. prakt. Chem. LXIII, 381. — v. Sicherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. CX, 120. — Schunck: Philos. Magaz. (4) XIV, 288. — Jahresber. f. Chem. von Liebig u. Kopp. 1857. 564. — Carter: Edinb. med. Journ. 1859. Aug. p. 119. — E Rottmann: Arch. d. Pharm. Bd. 99 p. 288. — Eade: Arch. of medicine. I, 311.

Excretin: $C_{78} H_{78} S O_2$.

Excretin.

Farblose, seideglänzende Krystallnadeln, unlöslich in kaltem und heissem Wasser, und sich in kochendem Wasser in eine weiche, gelbe, harzartige Masse verwandelnd. Kaum löslich in kaltem, leicht in siedendem Alkohol, ebenso in Aether. Die Auflösungen sind vollkommen neutral. Die Krystalle schmelzen bei 92⁰ bis 96⁰ C. und werden beim Erkalten nicht wieder krystallinisch, sondern harzartig. Auf Platinblech erhitzt, schmilzt es, entwickelt einen eigenthümlichen, aromatischen Geruch, und verbrennt endlich vollständig. Von kaustischen Alkalien wird es nicht aufgelöst, ebensowenig von verdünnten Mineralsäuren; von siedender Salpetersäure wird es unter Entwickelung rother Dämpfe zersetzt.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Excretin wurde von Marcet in den menschlichen Excrementen aufgefunden, und es scheint sehr schwierig zersetzbar zu sein, da es auch in solchen noch nachgewiesen werden konnte, welche mit Urin gemengt längere Zeit sich selbst überlassen gewesen waren. Dagegen war es in den Excrementen von Thieren nicht zu entdecken.

Es muss weiteren eingehenderen Untersuchungen vorbehalten bleiben, entscheidende Beweise für die Eigenthümlichkeit dieses Körpers sowie über seine chemische Natur beizubringen; die bis jetzt bekannten Eigenschaften lassen es als einen einerseits den Fettsäuren, und anderseits dem Cholesterin mehrfach ähnlichen, aber in seiner Zusammensetzung namentlich durch seinen Schwefelgehalt davon wieder wesentlich verschiedenen Körper erscheinen.

Physiologische Beziehungen.

Auch von seinen physiologischen Beziehungen wird erst dann die Rede sein können, wenn es näher studirt ist; sein Vorkommen in den Excrementen spricht jedenfalls für seine Natur als Auswurfsstoff.

d. Stickstofffreie organische Säuren.

Flüchtige Säuren der Formel $(CH)_n O_4$.

Ameisensäure: $C_2 H_2 O_4$.

Ameisensäure.

Im concentrirten Zustande farblose, schwach rauchende, eigenthümlich stechend riechende Flüssigkeit, unter 0^0 C. krystallisirend, bei 100^0 C. siedend. In Dampfform

brennbar, höchst ätzend und auf der Haut blasenziehend, mit Wasser mischbar. In verdünntem Zustande angenehm sauer schmeckend.

Die Salze der Ameisensäure mit Alkalien sind zerfliesslich, alle Salze überhaupt in Wasser löslich. In den Auflösungen ameisensaurer Salze erzeugt: Eisenchlorid eine blutrothe Färbung, salpetersaures Silberoxyd einen weissen Niederschlag, der sich beim Erhitzen durch Reduction schwärzt, salpetersaures Quecksilberoxydul einen weissen, beim Erhitzen unter Reduction sich grau färbenden, Quecksilberchlorid beim Erwärmen einen weissen Niederschlag von Calomel.

Wird Ameisensäure oder ein ameisensaures Salz mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt, so zerfällt die Ameisensäure in Kohlenoxyd und Wasser. — Ameisensaure Salze mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, entwickeln den charakteristischen Geruch der Ameisensäure; setzt man vorher etwas Alkohol zu, so entwickelt sich der punschähnlich riechende Ameisenäther.

Vorkommen. Zum Theil frei, zum Theil an Basen gebunden, wurde die Ameisensäure im Thierreiche nachgewiesen: in den Ameisen, in den Giftorganen und Brennstacheln gewisser Insecten, in den Brennhaaren der Processionsraupe; ferner im Schweiss, im Safte der Milz, des Pancreas, der Thymusdrüse, im Muskelsafte, im Gehirn, im Blute und im Harn. Vorkommen.

Zustände im Organismus. Die Ameisensäure ist jedenfalls da wo sie vorkommt, in Lösung enthalten, wie sich schon aus dem Umstande, dass sie nicht allein im freien Zustande in Wasser sich in allen Verhältnissen löst, sondern auch aus der Löslichkeit aller ihrer Salze in Wasser von selbst ergiebt. Wo sie übrigens frei und wo sie gebunden vorkommt, ist nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden, da die zu ihrem Nachweise eingeschlagenen Methoden häufig solche waren, die wohl geeignet schienen, die Frage zu erledigen, ob überhaupt Ameisensäure aus den betreffenden Untersuchungsobjecten gewonnen werden konnte, nicht aber, ob sie ursprünglich darin als freie Ameisensäure enthalten gewesen war. Es kann als ausgemacht gelten, dass die in den Giftorganen und Brennstacheln niederer Thiere nachgewiesene Ameisensäure darin als freie Säure auftritt; dagegen ist es mindestens sehr wahrscheinlich, dass die in den Geweben gefundene an Basen gebunden ist; da wo in diesen Säften Alkali vorwaltet, kann von freier Ameisensäure kaum die Rede sein; in dem sauer reagirenden Schweiss könnte allerdings die Ameisensäure als freie Ameisensäure gedacht werden, doch fehlt es an entscheidenden Beobachtungen. Zustände im Organismus.

Abstammung. Wenn wir über die Frage nach der Abstammung der Ameisensäure in Erörterung eintreten, so ist zuvor Zweierlei zu bemerken: einmal, dass wir dabei nur die Ernährungsverhältnisse der höheren Thierclassen, über welche allein genauere Beobachtungen vorliegen, im Auge haben, und dann, dass so ziemlich Alles, was wir über diese Frage beizubringen vermögen, auch auf die übrigen flüchtigen Säuren der homologen Reihe $(CH)_n\ O_4$ Bezug hat, so dass wir ein- für allemal diese Frage zu erledigen suchen werden. Die genetischen Be- Abstammung.

ziehungen der Ameisensäure, welche uns die Chemie an die Hand giebt, sind bei der Beantwortung derselben allerdings von Wichtigkeit; allein sie reichen nicht zu einer definitiven Erledigung derselben hin. Sie lehren, dass die Ameisensäure ein sehr allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper ist, sie lehren namentlich, dass diese Säure bei der Oxydation der Albuminate, der Albuminoide, des Glycins, des Zuckers und anderer Kohlehydrate mit energischen Oxydationsmitteln, wie Chromsäure oder Superoxyden, bei der Behandlung der Fette und fetten Säuren mit Salpetersäure entstehe, dass sie endlich auch ein Product der Einwirkung des Ozons auf Glycerin, Fette, fettsaure Salze, hippursaure Salze, Essigsäure und Zucker bei Gegenwart freien Alkalis sei (Gorup-Besanez). Demnach könnte man die im Thierorganismus auftretende Ameisensäure, eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose, ableiten von den Albuminaten oder Albuminoiden, überhaupt von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen und ihren absteigenden Derivaten, oder von den stickstofffreien Gewebsbestandtheilen: von den Fetten, oder endlich von beiden zugleich. Wenn man den Umstand ins Auge fasst, dass die Chemie eine Bildung dieser Säure ebensowohl durch Oxydation von Albuminaten wie von Fetten und Fettsäuren wirklich nachweist, und sie überhaupt als ein sehr allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper auftritt, so erscheint es noch am Wahrscheinlichsten, dass ihre Gegenwart im Thierkörper ebenfalls auf beide Quellen zurückgeführt werden muss, und dass sie als eines der Producte der allmählichen Spaltung ebensowohl der stickstoffhaltigen, wie der stickstofffreien Bestandtheile des Thierkörpers zu betrachten ist. Es ist aber besonderer Erwähnung werth, dass bisher diese Säure ebensowohl wie die flüchtigen Säuren der Reihe überhaupt, wenn wir von ihrem Vorkommen im Schweisse absehen, hauptsächlich in einigen Drüsensäften neben Leucin nachgewiesen wurden, welches wie bekannt sehr leicht in flüchtige Fettsäuren und Ammoniak verwandelt wird (vergl. S. 220), und in der That hat man in einigen dieser Drüsensäfte ziemlich viel Ammoniak nachgewiesen. Es wäre daher sehr wohl möglich, dass ein Theil der flüchtigen Fettsäuren aus dem Leucin zunächst hervorginge. Ob die eigentlichen Fettsäuren, namentlich die Oelsäure, im Organismus durch Oxydation in flüchtige Säuren, Ameisensäure etc., übergehen können, wie es ausserhalb des Organismus durch energische Oxydationsmittel geschieht, muss dahingestellt bleiben, doch sind meine Erfahrungen über die Oxydation der Fettsäuren in alkalischer Lösung durch Ozon dieser Ansicht wenig günstig.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Wenn wir nicht annehmen wollen, dass die im Schweisse austretenden flüchtigen Fettsäuren, und die zuweilen mit dem Harn entleerten die Gesammtmenge der im Organismus gebildeten, und namentlich in den Drüsensäften angehäuften darstellen, so müssen dieselben allerdings eine wenigstens theilweise Umwandlung erleiden. Ihr chemisches Verhalten lässt nicht bezweifeln, welcher Art

in diesem Falle ihre Verwandlungen sein werden. Die höheren Glieder, wie Valeriansäure, Buttersäure, werden in die niederen Glieder übergehen, wie Essigsäure und Ameisensäure, und endlich als Kohlensäure und Wasser austreten. Dafür spricht auch die von mir gemachte Beobachtung, dass Ameisensäure in alkalischer Lösung durch Ozon allmählich zu Kohlensäure oxydirt wird.

Physiologische Bedeutung. Wir vermögen nach den vorliegenden Thatsachen der Ameisensäure und den flüchtigen Säuren der Reihe überhaupt keine andere physiologische Bedeutung zuzuerkennen, wie die von Endproducten der regressiven Stoffmetamorphose. Physiologische Bedeutung.

Essigsäure: $C_4 H_4 O_4$.

Im concentrirtesten Zustande farblose, durchdringend und angenehm sauer riechende, scharf sauer schmeckende ätzende Flüssigkeit von 1,063 specif. Gew. und 120° C. Siedpunkt. Ist entzündlich, brennt mit blauer Flamme, krystallisirt bei 5° C. Ueber 16° C. ist sie flüssig. Mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar. Essigsäure.

Verdünnt besitzt sie die Eigenschaften des Essigs.

Die essigsauren Salze sind krystallisirbar, und meist in Wasser und Weingeist löslich. Beim Glühen werden sie zerlegt. Die mit alkalischer oder alkalisch-erdiger Basis verwandeln sich dabei in kohlensaure Salze. Von denen mit metallischer Basis lassen einige Metall, andere Oxyd zurück. Mit starken Basen destillirt liefern sie Aceton.

Gegen Eisenchlorid verhalten sich die essigsauren Salze wie die ameisensauren.

Salpetersaures Silberoxyd bewirkt in den Lösungen neutraler essigsaurer Salze einen weissen krystallinischen Niederschlag von essigsaurem Silberoxyd, der in heissem Wasser ohne Reduction löslich ist, und sich beim Erkalten wieder krystallinisch abzetzt. Ammoniak nimmt ihn leicht auf.

Salpetersaures Quecksilberoxyd bewirkt in verdünnten Lösungen essigsaurer Salze anfangs keinen Niederschlag, nach kurzer Zeit aber bilden sich kleine Krystallflimmerchen von fettglänzendem Ansehen: essigsaures Quecksilberoxydul. Dasselbe ist in kochendem Wasser löslich, scheidet sich aber beim Erkalten wieder aus. Durch längeres Kochen wird das Salz theilweise zersetzt, und das ausgeschiedene metallische Quecksilber ertheilt dem Niederschlag eine graue Färbung.

Erwärmt man essigsaure Salze mit verdünnter Schwefelsäure, so entwickelt sich Essigsäure, an ihrem Geruch kennbar. Erhitzt man die Salze aber mit einem Gemenge von gleichen Gewichtstheilen concentrirter Schwefelsäure und Alkohol, so entwickelt sich Essigäther.

Vorkommen. Die Essigsäure, grösstentheils an Basen gebunden, zum Theil aber wohl auch frei, wurde bisher nachgewiesen: im Schweisse, im Safte der Milz, im Safte anderer Drüsen, im Muskelsafte, im Blute Leukämischer. Auch im Blute von Thieren, welche mit Branntwein getränktes Futter erhalten hatten, wurde Essigsäure nachgewiesen; ebenso zuweilen im Magen nach dem Genusse zucker- oder stärkmehlhaltiger Substanzen, und unter denselben Verhältnissen auch im Erbrochenen. Vorkommen.

Von den physiologischen Beziehungen der Essigsäure gilt alles bei der Ameisensäure Gesagte. Physiologische Beziehungen.

Propionsäure: $C_6H_6O_4$.

Propionsäure.

Die concentrirteste Säure ist eine ölige, farblose Flüssigkeit, welche bei niederer Temperatur in Blättern krystallisirt, und bei 138° bis 140° C. siedet. Sie riecht eigenthümlich, an Buttersäure und Essigsäure zugleich erinnernd, und schmeckt brennend. In Wasser ist sie leicht löslich, bei überschüssiger Säure scheidet sich aber auf dem Wasser ein Theil in öligen Tropfen ab.

Mit Basen bildet die Propionsäure in Wasser lösliche und grösstentheils krystallisirbare Salze, die beim Erwärmen mit Schwefelsäure den Geruch der Säure entwickeln.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in concentrirten Lösungen der propionsauren Alkalien einen weissen Niederschlag von propionsaurem Silberoxyd, welcher in kochendem Wasser unter Reduction von etwas Silber, sonach unter Schwärzung löslich ist, und beim Erkalten der Lösung in weissen, glänzenden schweren Körnern (unter dem Mikroskop Drusen von Nadeln) krystallisirt. Der propionsaure Baryt ist in Wasser leicht löslich, und krystallisirt in kleinen Rectangulär-octaëdern, oder rechtwinklichen Prismen mit schiefen Endflächen.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Propionsäure ist bis jetzt als Bestandtheil thierischer Organismen noch nicht mit voller Sicherheit aufgefunden, doch ist es wahrscheinlich, dass sie neben Buttersäure namentlich in gewissen Drüsensäften auftritt. Es sprechen dafür auch ihre künstlichen Bildungsweisen durch Oxydation der Albuminate, der Oelsäure, des Glycerins. Ich habe namentlich auch nachgewiesen, dass Propionsäure ein Product der Oxydation des Glycerins durch Ozon in alkalischer Lösung ist. Doch liegen auch Angaben über ihr Vorkommen im Schweisse (Schottin), im Magensafte (C. Schmidt) und im Erbrochenen bei der Cholera (Hermann) vor.

Physiologische Beziehungen.

Von ihren physiologischen Beziehungen gelten alle bei der Essigsäure bereits gegebenen Erörterungen.

Buttersäure: $C_8H_8O_4$.

Buttersäure.

Im concentrirten Zustande ölartige, farblose, stark nach ranziger Butter riechende Flüssigkeit von beissendem Geschmack, von 0,97 specif. Gew. und 157° C. Siedpunkt. Wird selbst bei — 20° C. noch nicht fest. Verbrennt mit blauer Flamme. In Wasser, Alkohol und Aether in allen Verhältnissen löslich.

Die Verbindungen der Buttersäure mit Alkalien sind zerfliesslich und nicht krystallisirbar; die Verbindungen der Buttersäure mit eigentlichen Metalloxyden verlieren beim Erwärmen einen Theil ihrer Säure, und besitzen schon bei gewöhnlicher Temperatur den Geruch der Buttersäure. Beim Erhitzen verwandeln sie sich wie die vorhergehenden entweder in kohlensaure Salze oder in Oxyd und Metall.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in concentrirten Lösungen buttersaurer Alkalien einen weissgelblichen krystallinischen Niederschlag von buttersaurem Silberoxyd. Dasselbe bildet perlmutterglänzende Blättchen, in kaltem Wasser fast unlöslich. Beim Erhitzen lässt es metallisches Silber zurück.

Salpetersaures Quecksilberoxydul bewirkt in den Lösungen buttersaurer Alkalien einen aus glänzenden Schüppchen bestehenden Niederschlag, ähnlich dem essigsauren Quecksilberoxydul.

Schwefelsaures Kupferoxyd erzeugt in der Lösung buttersaurer Salze einen blaugrünen Niederschlag von buttersaurem Kupferoxyd. In kochendem Wasser gelöst krystallisirt es beim Erkalten in achtseitigen bläulich-grünen Prismen.

Wird Buttersäure mit Barytwasser gesättigt und die Lösung der freiwilligen Verdunstung überlassen, so scheidet sich buttersaurer Baryt in langen, abgeplatteten, vollkommen durchsichtigen Prismen, oder auch wohl in körnigen, warzigen Gruppen aus. Funke's Atl. 2te Aufl. Taf. II. Fig. 2. Der buttersaure Baryt ist in Wasser leicht löslich; auf Wasser in kleinen Stückchen geworfen, bewegt er sich wie der Campher mit grosser Geschwindigkeit.

Erwärmt man ein buttersaures Salz mit Schwefelsäure, so entwickelt sich Buttersäure, kennbar durch ihren eigenthümlichen Geruch.

Die Buttersäure verbindet sich auch mit Kalk, Magnesia, Zinkoxyd und Bleioxyd. Der buttersaure Kalk krystallisirt in feinen Nadeln, riecht nach Buttersäure, löst sich leicht in kaltem Wasser, scheidet sich aber beim Kochen fast vollständig wieder aus.

Vorkommen. Die Buttersäure wurde bisher im Thierkörper aufgefunden, und zwar meist wohl an Basen gebunden, etwa den Schweiss ausgenommen: im Schweisse, im Muskelsafte, im Safte der Milz und anderer Drüsen, im Harne (selten), ferner im Inhalte des Magens, und in den bei Verdauungsstörungen erbrochenen Massen, im Inhalte des Cöcums und Colons, und in den festen Excrementen nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel, und endlich in dem übelriechenden Safte, welchen viele Laufkäfer: Arten der Gattung Carabus, wenn man sie reizt, aus einer am After liegenden Drüse ejaculiren. Dagegen ist sie im Blute noch nicht mit voller Bestimmtheit nachgewiesen. Vorkommen.

Auch bezüglich der physiologischen Beziehungen der Buttersäure kann zum grössten Theile auf die bei der Ameisensäure gegebenen Erörterungen verwiesen werden, doch muss dem dort Gesagten bezüglich der Abstammung der Buttersäure eine gewisse Einschränkung gegeben werden, insofern es sich nämlich um ihr Vorkommen in den ersten Wegen handelt. Es leuchtet von selbst ein, dass wir flüchtige Säuren dieser Reihe, die wir in den ersten Wegen finden, nicht auf den Umsatz von Gewebsbestandtheilen, sondern auf den Umsatz der genossenen Nahrungsmittel zurückzuführen haben, um so mehr, als sie sich in den ersten Wegen besonders reichlich nach dem Genusse stärkmehl- oder zuckerhaltiger Nahrung finden, und Kohlehydrate bei Gegenwart thierischer Fermente stets die Buttersäure- und Milchsäure-Gährung erleiden. Es muss ausserdem erwähnt werden, dass man das häufige Auftreten der Buttersäure in den ersten Wegen sogar in eine nähere Beziehung zur Fettbildung im Thierkörper zu bringen versucht hat. Da nämlich Amylacea zur Fettbildung im Thierkörper erfahrungsgemäss beitragen, so hat man sich die Rolle bei derselben so gedacht, dass ihre in den ersten Wegen erfolgende Buttersäuregährung gewissermaassen den ersten Anstoss zur Fettbildung gebe, wobei man sich zugleich auf das constante Vorkommen des Buttersäure-Glycerids unter den Fetten der Milch berufen zu dürfen glaubte. Allein für diese Auffassung der Fettbildung im Thierkörper Physiologische Beziehungen.

fehlen alle stricte Beweise, und die Chemie vermag bis jetzt Stützen für die Voraussetzung, dass die niederen Glieder der Fettsäurereihe in die höheren, dass somit Buttersäure in Palmitinsäure, Stearinsäure, Oelsäure etc. übergehen könne, nicht zu liefern.

Valeriansäure: $C_{10}H_{10}O_4$.

Valeriansäure.

Farblose, ölige Flüssigkeit von durchdringend käseartigem Geruch und scharfem, brennendem Geschmack. Auf Papier gebracht macht sie Oelflecken, welche in der Wärme wieder vollständig verschwinden. Sie ist im concentrirtesten Zustande entzündlich, in Weingeist und Aether in allen Verhältnissen löslich, in Wasser jedoch schwieriger, sie bedarf 30 Theile Wasser zur Auflösung. Sie siedet bei 175° C. und erstarrt noch nicht bei — 15° C.

Die Verbindungen der Baldriansäure mit Alkalien sind auflöslich und nicht krystallisirbar, die meisten übrigen Salze krystallisiren in perlmutterglänzenden, dem Cholesterin oder der Borsäure ähnlichen Schüppchen, alle schmecken und riechen baldrianartig. In höherer Temperatur verhalten sie sich ähnlich wie die Salze der vorhergehenden Säuren. Das Kalisalz giebt anfangs reine Baldriansäure aus, das Kalksalz giebt mit Kalkhydrat destillirt Valeron, während kohlensaurer Kalk zurückbleibt.

Der baldriansaure Baryt krystallisirt in durchsichtigen Prismen, welche bei 20 bis 25° C. verwittern, oder häufiger in cholesterinähnlichen Blättern; er ist leicht löslich in Wasser, aber schwer in Weingeist.

Das baldriansaure Silberoxyd erhält man, wenn mässig concentrirte Lösungen von baldriansaurem Ammoniak und salpetersaurem Silberoxyd mit einander gemischt werden. Es krystallisirt in feinen silberglänzenden Blättchen und ist sehr schwer löslich.

Erwärmt man ein baldriansaures Salz mit Schwefelsäure, so entwickelt sich Baldriansäure mit dem ihr eigenthümlichen stechenden Geruch.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Valeriansäure ist bisher mit Sicherheit unter physiologischen Verhältnissen im Thierkörper nicht aufgefunden; Frerichs wies sie aber im Harn bei Typhus, Variola und acuter Leberatrophie nach.

Die im flüssigen Fette einiger Delphinusarten, namentlich Delphinus globiceps vorkommende Valeriansäure scheint einer ranzigen Zersetzung dieses Fettes ihren Ursprung zu verdanken.

Physiologische Beziehungen.

Von den physiologischen Beziehungen der Valeriansäure kann nach dem Angeführten nicht wohl die Rede sein. Sollte sie als ein normaler Bestandtheil des Thierorganismus später noch nachgewiesen werden, so würde von ihr nahezu dasselbe gelten, was von den übrigen Säuren der Reihe ebensowohl in Bezug auf Abstammung als auf physiologische Bedeutung gilt.

Capronsäure $C_{12}H_{12}O_4$
Caprylsäure $C_{16}H_{16}O_4$
Caprinsäure $C_{20}H_{20}O_4$.

Capron-, Capryl- und Caprinsäure.

Die Capronsäure ist eine wasserhelle, ölige Flüssigkeit von eigenthümlichem Schweissgeruch, bei — 9° C. noch flüssig, bei 202° C. siedend, von brennendem Gesckmack und in Wasser ziemlich schwierig löslich.

Die capronsauren Salze riechen und schmecken der freien Säure ähnlich, sind meist in Wasser löslich und krystallisirbar. Das Barytsalz krystallisirt in langen, büschelförmig vereinigten seideglänzenden Nadeln.

Die Caprylsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur eine weiche, halbflüssige Masse, unter + 12° C. in Nadeln krystallisirend, bei 236° C. siedend, von schweissähnlichem Geruch, welcher beim Erwärmen stärker hervortritt. In Wasser ist sie sehr schwer löslich.

Die caprylsauren Salze sind im Allgemeinen schwieriger löslich, wie die der vorhergehenden Säuren. Das Barytsalz krystallisirt aus der heissen Lösung beim Verdampfen in feinen fettglänzenden Schuppen, beim freiwilligen Verdampfen in Körnern.

Die Caprinsäure stellt bei gewöhnlicher Temperatur eine weisse krystallinische Masse dar, welche bei 27° C. schmilzt. Sie besitzt einen schwachen Schweiss- oder Bocksgeruch, siedet bei 267° C., und ist in Wasser sehr wenig löslich. Auch ihre Salze sind schwer löslich; das Barytsalz krystallisirt in fettglänzenden Schüppchen oder Nadeln.

Vorkommen. Keine dieser Säuren ist bis nun im Thierkörper mit Sicherheit präformirt nachgewiesen worden, allein es ist nicht unwahrscheinlich, dass sehr geringe Mengen derselben ebensowohl im Schweisse als auch im Blute vorkommen. Dafür spricht, dass der Schweiss zuweilen einen dem dieser Säuren auffallend ähnlichen Geruch zeigt, dass auch das Blut gewisser Säugethiere bei dem Erwärmen mit Schwefelsäure einen ähnlichen Geruch entwickelt, und dass endlich bei der Oxydation der Fette und der Seifen durch Ozon in alkalischer Lösung geringe Mengen einer öligen in Wasser schwerlöslichen und nach Capronsäure riechenden Säure gebildet werden. Vorkommen.

Weitere stickstofffreie organische Säuren.

Benzoësäure: $C_{14}H_6O_4$.

Im sublimirten Zustande erscheint die Benzoësäure in farblosen, glänzenden, feinen, biegsamen Nadeln, auf nassem Wege krystallisirt in Schuppen. Beim Erkalten wässeriger Lösungen erhält man immer Krystalle, die sich unter dem Mikroskop als dendritisch aneinandergereihte, auch wohl übereinander liegende Tafeln von genau 90° ausweisen; selten findet man einen Winkel abgestumpft, dann aber gerade, so dass beide Winkel = 135°. Benzoësäure.

Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. II. Fig. 6.

Bis auf 240° C. erhitzt, verflüchtigt sie sich ohne Zersetzung in weissen Dämpfen, die ein eigenthümliches Kratzen im Schlunde und Hustenreiz veranlassen, und sich an kältere Körper in Gestalt von feinen langen Nadeln anlegen. Die Benzoësäure ist in kaltem Wasser sehr schwer löslich, von heissem Wasser und Alkohol wird sie ziemlich leicht aufgenommen, ebenso von Aether. Sie ist geruchlos, schmeckt scharf, erwärmend, und röthet in ihren Lösungen blaue Pflanzenpapiere. Angezündet brennt sie wie ein Fett mit leuchtender, russender Flamme.

Mit concentrirter Salpetersäure bildet die Benzoësäure die Nitrobenzoësäure: $C_{14}H_5O_4 + NO_4$, und mit Salpeter-Schwefelsäure Binitrobenzoësäure: $C_{14}H_4O_4 + 2NO_4$.

Innerlich gebraucht verwandelt sie sich im Organismus in Hippursäure, und findet sich als solche im Harn wieder. Die Nitrobenzoësäure verwandelt sich unter gleichen Verhältnissen in Nitrohippursäure.

Die Benzoësäure bildet mit den meisten Oxyden in Wasser lösliche Salze, nur mit denjenigen, welche schwache Basen sind, vereinigt sie sich zu unlöslichen oder schwerlöslichen Verbindungen. Die benzoësauren Alkalien sind in Alkohol löslich.

Eisenchlorid bewirkt in der Auflösung benzoësaurer Alkalien einen bräunlichgelben Niederschlag von benzoësaurem Eisenoxyd, welcher von Ammoniak in der Art zersetzt wird, dass sich Eisenoxydhydrat abscheidet, und sich benzoësaures Ammoniak aufgelöst findet. Stärkere Säuren scheiden aus dem benzoësauren Eisenoxyd Benzoësäure aus.

Starke Säuren scheiden aus den Lösungen benzoësaurer Salze Benzoësäure in Gestalt krystallinischer, glänzender, weisser Schüppchen aus.

Essigsaures Bleioxyd schlägt freie Benzoësäure und benzoësaures Ammoniak nicht, oder wenigstens nicht sogleich, benzoësaure Salze mit fixer alkalischer Basis aber flockig weiss nieder.

Bringt man zu einer Mischung von Weingeist, Ammoniak und Chlorbaryumlösung freie oder an ein Alkali gebundene Bezoësäure, so entsteht kein Niederschlag.

Vorkommen.

Vorkommen. Präformirt scheint Benzoësäure im Organismus nicht vorzukommen; denn da, wo man sie gefunden hat, im faulen Pferdeharn, im Smegma Praeputii, im Schweiss, ist sie entweder durch Zersetzung der Hippursäure entstanden, oder sie wurde von aussen eingeführt. Das in neuerer Zeit beobachtete Vorkommen von Benzoësäure in den Nebennieren dürfte wohl auch auf ursprünglich vorhanden gewesene Hippursäure zurückzuführen sein, um so mehr, da in diesem Organe schon früher Hippursäure nachgewiesen wurde. Ueber die mögliche Abstammung der Benzoësäure vergleiche man das über die Bildung und Abstammung der Hippursäure Gesagte.

Milchsäure: $C_6 H_6 O_6$.

Milchsäure.

Im concentrirtesten Zustande stellt die reine Milchsäure eine farb- und geruchlose, zuweilen gelb gefärbte, syrupähnliche Flüssigkeit dar, die unter keinen Verhältnissen zum Erstarren zu bringen ist und einen stark und reinen sauren Geschmack besitzt. Ihr specifisches Gewicht ist 1,215. Sie ist in allen Verhältnissen in Wasser, Alkohol und Aether löslich, und zieht aus der Luft Wasser an. Auch in sehr verdünntem Zustande zeigt sie deutlich saure Reaction. Die Milchsäure ist nichtflüchtig, und treibt flüchtige Säuren, auch einige starke Mineralsäuren aus ihren Salzen aus; wird sie längere Zeit einer Temperatur von 130 bis 140°C. ausgesetzt, so verliert sie ihr Wasser und es bleibt wasserfreie Milchsäure zurück. Bei starkem Erhitzen wird sie zersetzt unter Bildung von Lactid, Kohlensäure, Kohlenoxydgas und anderen Verbindungen.

Wird Milchsäure mit concentrirter Salpetersäure gekocht, so geht sie in Oxalsäure über, und wird Milchsäure oder ein milchsaures Salz mit dem fünf- bis sechsfachen Gewichte Schwefelsäure gelinde erwärmt, so entweicht reines Kohlenoxydgas in beträchtlicher Menge, und auf Zusatz von Wasser scheidet sich ein brauner huminähnlicher Körper aus.

Mit Basen bildet die Milchsäure meistens neutrale Salze, die ohne Ausnahme in Wasser löslich sind, sehr viele auch in Weingeist, nicht aber in Aether. Die milchsauren Alkalien, milchsaurer Baryt, Thonerde, Eisenoxyd und Zinnoxyd sind nicht krystallisirbar, die übrigen krystallisiren leicht und sind luftbeständig. Die milchsauren Alkalien und alkalischen Erden gehen beim Glühen in kohlensaure Salze über, die Salze der eigentlichen Metalle hinterlassen theils Oxyd, theils Metall.

Die aus Fleisch- und die aus Zucker-Milchsäure dargestellten milchsauren Salze zeigen einige Verschiedenheiten im Krystallwassergehalt und in den Löslichkeitsverhältnissen.

Von den milchsauren Salzen sind für die Erkennung der Milchsäure von besonderer Wichtigkeit der milchsaure Kalk und das milchsaure Zinkoxyd.

Milchsaurer Kalk wird erhalten durch Kochen der Milchsäure mit kohlensaurem Kalk. Dieses Salz schiesst aus der concentrirten Lösung in harten weissen Körnern an. Unter dem Mikroskop bildet der milchsaure Kalk Büschel feiner Nadeln, von denen je zwei so aneinander gelagert sind, dass sie mit den kurzen Stielen ineinander übergehenden Besen oder Pinseln gleichen (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. I. Fig. 4. Robin u. Verdeil: Atl. Pl. IX. Fig. 3.).

Der milchsaure Kalk ist in heissem Wasser und Alkohol leicht löslich.

Milchsaures Zinkoxyd erhält man durch Kochen von reinem oder kohlensaurem Zinkoxyd mit Milchsäure; beim Erkalten scheidet es sich, wenn die Lösung concentrirt war, in krystallinischen Krusten, aus verdünnter Lösung in feinen spiessigen Krystallen aus, oder endlich als Krystallbrei äusserst dünner Nädelchen aus (Fleischmilchsäure).

Unter dem Mikroskop erhält man durch rasches Erkalten einer heissen Lösung von milchsaurem Zinkoxyd denen des Gypses sehr ähnliche, zierliche, kugelige Nadelgruppen; bei starker Vergrösserung überzeugt man sich leicht, dass die Grundform der einzelnen Krystallindividuen Verticalprismen mit gerader Endfläche oder gerade aufgesetztem stumpfen Horizontalprisma sind. Bei allmählicher Bildung beobachtet man Folgendes: Die kleinsten, am Rande des Tropfens gebildeten Krystalle haben die Gestalt einer beiderseits abgestumpften Keule, sie convergiren gegen das Centrum des Tropfens hin, und zwar so, dass das verjüngte Ende das centrale wird, das peripherische dagegen nach dem Rand des Tropfens sieht. Das centrale dünnere Ende wird von einem stumpfen Winkel mit anfangs sphärischen Schenkeln, das peripherische dickere von einem vollständigen Kreissegment begrenzt. Allmählich wird der Krystall dicker, aus dem peripherischen Kreissegment wird ein Winkel mit sphärischen Schenkeln, das dickere Ende der Keule dehnt sich nach hinten zu wachsend aus, wird schmäler, die Schenkel des centralen, dann die des peripherischen stumpfen Endwinkels werden immer gerader, endlich sind beide Extremitäten des Krystalls verjüngt, die Mitte bauchig, die stumpfen Winkel oben und unten werden geradschenklig, und die Krystallbildung ist vollendet. Besonders charakteristisch für die mikroskopische Krystallform des milchsauren Zinkoxyds ist der bauchige, tonnen- oder auch wohl keulenförmige Habitus. Messungen des stumpfen begrenzenden Winkels ergaben C. Schmidt zwei Reihen von Werthen, einen = $134^0\,10'$, den andern = 124^0. Die Neigungswinkel der Flächen des Verticalprismas der Grundform ∞ P sind = $76^0\,58'$ und $103^0\,2'$. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. I. Fig. 5.

Das milchsaure Zinkoxyd aus thierischen Substanzen, ist löslich in Wasser und Weingeist, die durch Zersetzung des Zuckers erhaltene Milchsäure jedoch giebt mit Zinkoxyd ein in Alkohol fast unlösliches Salz.

Vorkommen. Die Milchsäure gehört, theils frei, theils in der Form milchsaurer Salze, zu den im Thierkörper verbreitetsten Säuren. Als mehr Vorkommen.

oder weniger constanter Bestandtheil wurden Milchsäure und milchsaure Salze nachgewiesen: im Magensafte, im Dünn- und Dickdarminhalte, im Chylus des Milchbrustgangs von Pferden nach stärkmehlreicher Fütterung, im Muskelsafte und in jenem der contractilen Faserzellen, in den parenchymatösen Säften der Milz, Leber, Thymus, Thyreoidea, des Pancreas, der Lungen und des Gehirns, als Natronsalz in der Allantoisflüssigkeit der Kühe, und als Kalksalz im Harn der Pferde. Nicht constant, und nur unter gewissen zum Theil pathologischen Bedingungen tritt Milchsäure frei oder gebunden auf: in der Milch, wo sie immer erst durch Spaltung des Milchzuckers unter der Einwirkung des als Ferment wirkenden Caseins entsteht, im Blute bei Leukämie, Pyämie und Puerperalfieber, in eitrigen und anderen Transsudaten, im menschlichen Harne bei gestörtem Stoffwechsel durch mangelhafte Verdauung und Respirationsstörungen, bei Rhachitis und Osteomalacie, meist neben oxalsaurem Kalk, endlich bei der beim Stehen des Harns an der Luft erfolgenden sauren Gährung desselben, im Speichel bei Diabetes, im Schweisse bei Puerperalfieber, endlich in osteomalacischen Knochen. Ihr Vorkommen im Eidotter (Gobley) erscheint zweifelhaft.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Nach den bisherigen Erfahrungen findet sich die Milchsäure normalerweise frei zunächst nur im Magensafte und im Duodenum. Man hat angenommen, dass die saure Reaction des Chymus im Dünndarm von freier Milchsäure herrühre, die aus den Amylaceis der Nahrung entstehe; allein Cl. Bernard hat gezeigt, dass während der Verdauung pflanzlicher Nahrungsstoffe der Chymus alkalisch reagire, während er umgekehrt bei der Verdauung thierischer Nahrungsmittel sauer werde. Bei einem anus artificialis des aufsteigenden Colons konnte Lehmann sich überzeugen, dass die saure Reaction des Darminhalts von Milchsäure herrührte, obgleich die Reaction des Darmsaftes alkalisch ist, es musste daher in diesem Falle die freie Milchsäure durch die Zersetzung der stärkmehlhaltigen Nahrungsmittel entstanden sein. Die frühere Ansicht, dass auch der Muskelsaft von freier Milchsäure sauer sei, ist, wie neuere Beobachtungen ergeben haben, auf einer irrigen Voraussetzung beruhend, indem es sich herausgestellt hat, dass der lebens- und leistungsfähige und ruhende Muskel keine saure Reaction zeigt, dieselbe vielmehr erst dann eintritt, wenn die Starre desselben beginnt. Doch hat Dubois-Reymond auch gefunden, dass der Muskel nicht bloss beim Absterben sauer wird, sondern auch im Leben in Folge heftiger Muskelanstrengungen. Dagegen haben aus dem Umstande, dass der ruhende Muskel nicht sauer reagire, wohl aber der stark angestrengte, sowie dass der todte nach einiger Zeit sauer werde, Heynsius und Funke auch andere Möglichkeiten folgern zu dürfen geglaubt. Dass der ruhende Muskel neutral oder alkalisch reagire, könne darin seinen Grund haben, dass die in diesem Falle in geringerer Menge gebildete Säure dadurch der Wahrnehmung entzogen werde, dass die alkalische

Ernährungsflüssigkeit sie neutralisire. Auch könnte die nach dem Tode zum Vorschein kommende freie Säure dadurch wahrnehmbar werden, weil sie nun nicht mehr weggespült und auch nicht mehr neutralisirt werde, wenn das in der Umgebung befindliche Alkali erschöpft sei. Als pathologische Erscheinung ist das Auftreten freier Milchsäure im Schweisse, im Speichel, in osteomalacischen Knochen aufzufassen, und wahrscheinlich ist auch im Harne rhachitischer Kinder freie Milchsäure enthalten. Die sich im Harn bei der sauren Harngährung bildende Milchsäure endlich ist ebenfalls freie Milchsäure. Dagegen ist die Milchsäure, wo sie im Blute und seinen Transsudaten vorkommt, an Alkalien gebunden, desgleichen in der Allantoisflüssigkeit, während sie im Harn der Pferde als milchsaurer Kalk auftritt. Ueber die Zustände der Milchsäure in den Drüsensäften fehlen entscheidende Erfahrungen, doch kommt sie wahrscheinlich auch hier in der Form milchsaurer Salze vor; in der Milz soll sie nach Scherer an Eisenoxyd gebunden sein. Da nach den oben gegebenen Erörterungen der Muskel erst nach dem Absterben oder in Folge heftiger Anstrengungen sauer wird, so kann im leistungsfähigen und im ruhenden Muskel freie Milchsäure nicht angenommen werden, entweder ist sie hier ebenfalls gebunden, und wird durch irgend eine noch unbekannte Zersetzung unter gegebenen Bedingungen in Freiheit gesetzt, oder sie wird unter diesen Bedingungen überhaupt erst erzeugt, wo es sich dann freilich zunächst fragt, woraus sie erzeugt wird. Vorläufig aber ist diese Frage nicht zu entscheiden. Ueberall aber, wo Milchsäure frei oder gebunden im Körper vorkommt, ist sie in einfacher Lösung vorhanden.

Abstammung.

Abstammung. Die Abstammung der Milchsäure ist jedenfalls eine doppelte; die in den ersten Wegen auftretende muss als ein Zersetzungsproduct der durch die Nahrung in den Körper gelangenden Kohlehydrate angesehen werden; in der That weiss man, dass die im Darme gegebenen Bedingungen ähnliche sind, wie diejenigen, unter welchen wir Kohlehydrate ausserhalb des Organismus in Milchsäure verwandeln können. Allein schon das Auftreten von Milchsäure im Magensafte bereitet dieser Auffassung Schwierigkeiten. Es liesse sich allerdings recht wohl denken, dass auch hier die Milchsäure aus den Amylaceis der Nahrung entstände, allein Versuche lehren, dass sie hier auch als eigentliches Secret auftritt, denn wenn man die Schleimhaut des vollkommen leeren Magens reizt, so tritt sofort die Secretion eines milchsäurehaltigen Magensaftes ein; ebenso weiss man aus den Versuchen von Cl. Bernard, dass Alkalien mit der Magenschleimhaut in Berührung gebracht, sofort eine reichliche Secretion sauren Magensaftes veranlassen. Noch viel weniger lässt sich die im Muskelsafte und den parenchymatösen Flüssigkeiten der Drüsen vorkommende Milchsäure von den Amylaceis herleiten, und es unterliegt keinem Zweifel, dass diese als Product der regressiven Stoffmetamorphose aufzufassen ist. So sicher diess aus allen bekannten Bedingungen ihres Vorkommens erschlossen ist, so sind wir doch gegen-

wärtig ausser Stande, ihren Platz in der Reihe der der regressiven Stoff-metamorphose angehörenden Körper genau zu bestimmen, ja wir sind nicht einmal in der Lage, unter den verschiedenen bezüglich ihrer mög-lichen Abstammung sich darbietenden Conjuncturen einer besonders den Vorzug zu geben. Sehen wir uns nach den Bildungsweisen der Milch-säure ausserhalb des Organismus um, so erfahren wir, dass sie, abgesehen von ihrer Bildung aus Milchzucker, auch aus den anderen Zuckerarten namentlich aus Inosit, dass sie ferner durch Oxydation des Alanins: der Amidopropionsäure, erhalten werden kann; da nun nach den schönen Un-tersuchungen von Kolbe Alanin in Milchsäure wieder zurück regenerirt werden kann und es auch gelingt, direct Milchsäure in Propionsäure zu verwandeln, so ist nicht zu bezweifeln, dass auch umgekehrt Milchsäure aus Propionsäure entstehen könne, ein Umstand, der für die in Frage ste-hende Abstammung der Milchsäure im Thierkörper deshalb an Bedeutung gewinnt, weil die Propionsäure: ein Glied der flüchtigen Säuren der all-gemeinen Formel $(CH)_n O_4$, von welcher alle ihr nahestehenden Glie-der: Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure im Organismus mit Be-stimmtheit nachgewiesen sind, hier mit voller Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen werden konnte. Dagegen vermag die Chemie für einen directen Uebergang der stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile in Milch-säure durch Abspaltung keine Stütze beizubringen, es müsste denn die Thatsache als eine solche angesehen werden, dass alle Untersuchungen über die Zersetzungsproducte der Albuminate zu dem Resultate geführt haben, dass in diesen Körpern eine stickstofffreie und nach den erhaltenen Zersetzungsproducten zur Gruppe der Kohlehydrate zählende Atomgruppe enthalten sein müsse, die demnach allerdings unter geeigneten Bedin-gungen auch Milchsäure liefern könnte. Allein aus Albuminaten wirklich Milchsäure zu erhalten, ist bisher nicht gelungen. Wenden wir nun alle diese chemischen Thatsachen auf die uns gegenwärtig beschäftigende Frage an, so gelangen wir zu nachstehenden Möglichkeiten. Die Milch-säure könnte aus Propionsäure hervorgehen; sie könnte durch Zersetzung des Kreatins entstehen, welches bekanntlich durch Alkalien in Harnstoff und das mit dem Alanin isomere Sarkosin zerfällt. Es wäre nun recht wohl möglich, dass bei der natürlichen Metamorphose des Kreatins im Organismus, wo sich kein Sarkosin findet, das Kreatin sich zwar eben-falls in Harnstoff zersetze, aber anstatt des Sarkosins unter Aufnahme von Wasser, Milchsäure und Ammoniak bilde (Lehmann). Sie könnte das Product einer Umsetzung des Inosits sein, oder sich wie oben als möglich angedeutet wurde, direct aus den Albuminaten abspalten. Eine weitere mögliche Quelle derselben wäre endlich der Leberzucker. Für keine dieser Möglichkeiten liegen irgendwie entscheidende Beweise vor, doch ist es bemerkenswerth, dass die Milchsäure da, wo wir sie als Product der regres-siven Stoffmetamorphose anzusehen haben, gewöhnlich von flüchtigen Säuren und von Inosit begleitet wird, während es anderseits nicht minder bemer-kenswerth ist, dass sie im Muskelsafte, in welchem sie besonders reichlich

auftritt, und wo sie aus dem Umsatz des Muskels entstehen muss, neben Kreatin vorkommt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Unter normalen Bedingungen des Organismus findet sich in den Excreten selten Milchsäure, woraus folgt, dass sie vor ihrem Austritt noch weitere Veränderungen erleiden muss. Welcher Art diese Veränderungen sind, ist einerseits aus ihrem Verhalten im Blute, und anderseits aus ihrem pathologischen Auftreten in den Excreten ohne Schwierigkeit zu errathen. Milchsaure Salze werden im kreisenden Blute, wie mehrfache Versuche gezeigt haben, ausserordentlich rasch in kohlensaure verwandelt. Schon 13 Minuten nach dem Genusse einer halben Unze milchsauren Natrons fand Lehmann seinen Harn alkalisch, indem das milchsaure Salz in kohlensaures verwandelt im Harne auftrat, und dass diese Umwandlung nicht etwa schon in den ersten Wegen erfolgt, lehrten denselben Chemiker Versuche an Hunden, denen er verschiedene Mengen milchsauren Natrons in die Jugularis injicirte; nach 5, spätestens 12 Minuten war der Harn ebenfalls alkalisch. Wir sehen dagegen die Milchsäure im Harn vorzugsweise bei Gesundheitsstörungen auftreten, welche auf eine gehinderte Thätigkeit des Sauerstoffs im Organismus zurückzuführen, wir finden sie im Harn bei Thieren, die bei stärkmehlreicher Nahrung und stetem Aufenthalte im Stalle der Bewegung ermangeln, während man unter anderen Verhältnissen diese Säure in ihrem Harn nicht zu entdecken vermag. Sehr bezeichnend ist ferner die von Lehmann ermittelte Thatsache, dass im menschlichen Harn die Milchsäure meist von erheblichen Mengen oxalsauren Kalks begleitet ist, einem Körper, dessen Vermehrung im Harn, wie wir alsbald hören werden, ebenfalls auf eine Hemmungsbildung zurückzuführen ist. Es wird demnach unter normalen Bedingungen die im Körper erzeugte Milchsäure zu Kohlensäure und Wasser, also zu den Endproducten der Verbrennung oxydirt, während sie dann als solche durch den Harn etc. den Körper verlässt, wenn die Bedingungen ihrer vollständigen Oxydation im Körper fehlen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Insofern die Milchsäure als Product der regressiven Stoffmetamorphose aufgefasst werden muss, ist ihre physiologische Bedeutung schon durch diese Bezeichnung zum Theil erläutert, allein sie scheint damit keineswegs erschöpft zu sein, denn es sprechen mehrfache Gründe dafür, dass sie auch für gewisse Functionen des Körpers ein mehr oder minder wesentlicher Factor ist. Vor Allem muss man hier an ihr Vorkommen im Magensafte denken. Es ist in der That durch directe Versuche dargethan, dass Milchsäure und Salzsäure bei künstlichen Verdauungsexperimenten durch keine andere mineralische oder organische Säure ersetzt werden können, und es kann demnach nicht bezweifelt werden, dass wenn sie im Magensaft auftritt, sie einen erheblichen Einfluss auf die Verdauung ausüben muss. Ausserdem wäre es wohl möglich, dass die in den ersten Wegen enthaltene

Milchsäure die Resorption der verdauten Nahrungsmittel in das alkalische Blut beschleunigte. Auch die im Muskelsafte vorkommende Milchsäure könnte möglicherweise noch bestimmte Functionen haben, die sich auf die Thätigkeit des Muskels beziehen.

Bernsteinsäure: $C_8 H_6 O_8$.

Bernsteinsäure.

Die reine Bernsteinsäure krystallisirt aus wässeriger Lösung in blendendweissen, glänzenden rhombischen Prismen und rhomboedrischen Tafeln, welche dem zwei- und eingliederigen Systeme angehören; zuweilen sind die scharfen Grundkanten des Prismas abgestumpft, wodurch dann die platten Prismen sich als irreguläre sechsseitige Tafeln zeigen (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. II. Fig. 5.). Bisweilen bildet sie auch nur lose und zusammengewachsene unausgebildete Krystalle.

Die Bernsteinsäure ist geruchlos, löst sich ziemlich leicht in Wasser, schwierig in kaltem, aber leicht in heissem Alkohol, nur sehr wenig aber in Aether. Sie besitzt einen eigenen, schwach säuerlichen Geschmack.

Bei 175 bis 180° C. schmilzt sie, und wird sie nun rasch weiter erhitzt, so sublimirt sie unzersetzt, und wenn sie rein war, ohne Rückstand. Ihre Dämpfe erregen Kratzen im Schlunde.

Die Bernsteinsäure ist eine der beständigsten organischen Säuren, und widersteht selbst der Einwirkung des Chlors und der Salpetersäure.

Wird sie jedoch mit einem Ueberschuss von Kalihydrat erhitzt, so bildet sich Oxalsäure unter Entwickelung brennbarer Gase.

Die bernsteinsauren Salze werden, mit Ausnahme des bernsteinsauren Ammoniaks, beim Glühen zersetzt; die mit alkalischer oder alkalisch-erdiger Basis gehen dabei in kohlensaure Verbindungen über. Von den bernsteinsauren Salzen sind die meisten in Wasser löslich, nur mit den Metalloxyden, welche schwache Basen sind, geht die Bernsteinsäure schwer- oder unlösliche Verbindungen ein.

Eisenchlorid bewirkt in einer Auflösung der Bernsteinsäure einen bräunlich blassrothen Niederschlag von bernsteinsaurem Eisenoxyd. Soll die Fällung vollständig sein, so muss die freie Säure mit Ammoniak neutralisirt werden. Das bernsteinsaure Eisenoxyd löst sich leicht in Säuren, von Ammoniak wird es zersetzt, indem sich Eisenoxydhydrat abscheidet, und die Bernsteinsäure als bernsteinsaures Ammoniak gelöst wird.

Bleizucker erzeugt mit Bernsteinsäure einen weissen, in überschüssiger Bernsteinsäure, in Bleizuckerlösung und in Essigsäure löslichen Niederschlag von bernsteinsaurem Bleioxyd.

Auch Quecksilber- und Silbersalze schlagen die Bernsteinsäure nieder.

Versetzt man eine Mischung von Weingeist, Ammoniak und Chlorbaryumlösung mit freier oder gebundener Bernsteinsäure, so entsteht ein weisser Niederschlag von bernsteinsaurem Baryt.

Die bernsteinsauren Alkalien sind in Weingeist unlöslich.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Bernsteinsäure wurde bisher im Thierorganismus nachgewiesen: in den parenchymatösen Säften der Milz, der Thyreoidea und der Thymusdrüse des Rindes, in dem Inhalte von Echinococcusbälgen der Leber des Menschen, und in der Hydroceleflüssigkeit.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Ueber die Zustände der Bernsteinsäure im Organismus wissen wir nichts Bestimmtes. Wahrscheinlich ist sie an Alkalien gebunden.

Abstammung. Da die Bernsteinsäure dem Organismus nicht von aussen durch die Nahrung zugeführt wird, so muss sie in selbem erst erzeugt werden; da sie sich ferner in den Drüsensäften findet, nicht aber in den ersten Wegen, so kann sie auch hier nicht gebildet werden, wir müssen sie vielmehr, und dafür spricht auch ihre chemische Natur, als eines der Producte der regressiven Stoffmetamorphose ansehen, hervorgegangen aus dem Umsatz von Gewebsbestandtheilen, und den Endproducten schon sehr nahe stehend. Es ist unbekannt, woraus sie unmittelbar erzeugt wird, denn die möglichen Bildungsweisen derselben, die uns die organische Chemie an die Hand giebt, sind alle nahezu gleich wahrscheinlich, aber für keine einzige derselben können bestimmte Thatsachen angeführt werden. Wenn wir daher die Frage nicht sofort fallen lassen, sondern vielmehr den möglichen Ursprung der Bernsteinsäure erörtern, so geschieht es, weil wir glauben, dass es auch die Aufgabe eines Lehrbuchs wie das unserige ist, die Wege anzudeuten, welche spätere Untersuchungen einzuschlagen haben werden, um obschwebende Fragen zu erledigen, und zu zeigen, von welchen chemischen Gesichtspunkten derartige Untersuchungen auszugehen haben. Aus der Stellung der Bernsteinsäure im System ergiebt sich, dass sie zu einer homologen Reihe zweiatomiger Säuren gehört, als deren kohlenstoffreichere Glieder mehrere Säuren erscheinen, die man bei der Oxydation der Fette durch energische Oxydationsmittel erhält (Pimelin-, Suberyl-, Sebacylsäure u. a. m.). Man weiss, dass diese Säuren in einer genetischen Beziehung zu den flüchtigen Fettsäuren der Formel $(C\,H)_n\,O_4$ stehen, man weiss namentlich, dass Buttersäure, das der Bernsteinsäure entsprechende Glied, durch Oxydation in Bernsteinsäure verwandelt werden kann. Ebenso ist es bekannt, dass auch Wachs und Wallrath und dass Fett bei der Oxydation mit Salpetersäure Bernsteinsäure liefern, dass endlich diese Säure bei den Umsetzungen des Zuckers durch Gährungsvorgänge als Nebenproduct auftritt. Diese Bildungsweisen der Bernsteinsäure können allein bei der Frage nach der Abstammung derselben im Organismus in Betracht kommen, denn es wäre nicht wohl möglich, dieselbe auf Asparagin, auf Weinsäure, oder auf äpfelsauren Kalk zurückzuführen. Asparagin und Weinsäure hat noch Niemand im Körper nachgewiesen, und entstände sie aus den äpfelsauren Salzen der Nahrung, so ist nicht einzusehen, warum sie nicht häufiger im Thierkörper, und wie es scheint nur in gewissen Drüsen auftritt. Eine andere Conjectur wäre übrigens die, dass sie aus der Butilactinsäure entstände, die ihrerseits durch Oxydation des fehlenden Gliedes der Leucinreihe $C_8\,H_9\,N\,O_4$ gebildet werden könnte. Aber man hat dieses fehlende Glied bisher weder künstlich darzustellen vermocht, noch hat man es irgendwo aufgefunden, man kennt endlich die Butilactinsäure, die intermediäre Säure des Butylenalkohols, noch sehr wenig. Diese Bildungsweise wäre daher zum mindesten höchst unwahrscheinlich, und es bleiben daher nur die oben angedeuteten Möglichkeiten als plausibel übrig. Es könnte demnach die Bernstein-

Abstammung.

säure ein Product der Umsetzung der Fette, der Buttersäure, oder des Leberzuckers sein.

Verwandlungen im Organismus und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Die Bernsteinsäure ist bisher in den thierischen Excreten nicht aufgefunden worden, sie verlässt daher den Körper unter normalen Bedingungen als solche nicht. Hallwachs hat überdiess die von Buchheim und Piotrowsky zuerst gemachte Beobachtung, dass dem Organismus einverleibte Bernsteinsäure sich weder im Harn noch in den Excrementen wiederfindet, auf das Vollkommenste bestätigt, so dass, obgleich Schottin sie nach Aufnahme von aussen im Schweiss auftreten sah, es doch als festgestellt zu betrachten ist, dass sie in der That im Organismus unter normalen Bedingungen meist weiter umgesetzt wird. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie im Blute zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, denn aus von mir angestellten Versuchen hat sich ergeben, dass sie in alkalischer Lösung durch Ozon in der That diese Veränderung erleidet. Doch wäre es wohl auch denkbar, dass sie in Oxalsäure überginge; in diesem Falle müssten aber nach dem Genusse von Bernsteinsäure oder bernsteinsauren Salzen im Harn reichlichere Mengen von oxalsauren Salzen auftreten, worüber bis jetzt keine Beobachtungen vorliegen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Es fehlt an allen Anhaltspunkten, um der Bernsteinsäure eine andere physiologische Bedeutung als die eines Productes der regressiven Stoffmetamorphose zuzuerkennen.

Oxalsäure: $C_4 H_2 O_8$.

Oxalsäure.

Die reine und freie Oxalsäure stellt farblose, durchsichtige, schiefe rhombische Säulen dar, die 4 Aeq. Krystallwasser enthalten, und an der Luft unter Verlust desselben zu einem weissen Pulver zerfallen. Schmeckt stark sauer, löst sich in Wasser und Alkohol, sublimirt beim Erhitzen auf 150^0 bis 160^0 C. zum Theil unzersetzt, verwandelt sich aber bei raschem und bei stärkerem Erhitzen in Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasser, wobei gleichzeitig etwas Ameisensäure gebildet wird. Concentrirte Schwefelsäure zerlegt sie in gleicher Weise, durch oxydirende Agentien wird sie in Kohlensäure verwandelt.

Die oxalsauren Salze werden sämmtlich beim Glühen zersetzt, indem die Säure in Kohlenoxyd und Kohlensäure zerfällt. Die mit alkalischer und alkalischerdiger Basis verwandeln sich dabei ohne Abscheidung von Kohle in kohlensaure Salze. Die oxalsauren Salze der Alkalien sind in Wasser löslich, in Weingeist sind aber alle oxalsauren Salze unlöslich.

Ihre Auflösungen werden durch salpetersaures Silberoxyd, Chlorbaryum und Kalkwasser sowie überhaupt alle löslichen Kalksalze gefällt. Der weisse, feinpulverige Niederschlag von oxalsaurem Kalk ist in Mineralsäuren löslich, aber in Essigsäure unlöslich. In Wasser ist er so gut wie unlöslich, ebenso in Alkalien. Kocht man oxalsauren Kalk mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron und filtrirt, so ist im Filtrat oxalsaures Natron, im Rückstande aber kohlensaurer Kalk enthalten.

In physiologischer Beziehung ist der oxalsaure Kalk deshalb besonders wichtig, weil dieses Salz die einzige Form ist, in welcher die Oxalsäure bisher im Thierkörper aufgefunden wurde.

Oxalsaurer Kalk.

Oxalsaurer Kalk. Künstlich dargestellter oxalsaurer Kalk, wie er durch Vermischen eines löslichen oxalsauren Salzes mit Kalksalzen erhalten wird, erscheint unter dem Mikroskop in vollkommen amorphen knolligen Massen; als Bestandtheil von Harnsedimenten jedoch, und wo er überhaupt in thierischen Substanzen vorzukommen pflegt, zeigt er so charakteristische Krystallbildungen, dass er mit Leichtigkeit durch seine Krystallform allein schon zu erkennen ist.

Er erscheint nämlich in Form kleiner, zierlicher, glänzender, vollkommen durchsichtiger, das Licht stark brechender, scharfkantiger Quadratoctaëder, die mit Briefcouverten Aehnlichkeit zeigen (Funke's Atl. 2te Aufl. Taf. II. Fig. 1. u. Taf. XVII. Fig. 2.; Robin u. Verdeil: Atl. Pl. VI. Fig. 2. u. 3.); der Neigungswinkel dieses Octaëders in den Polflächen beträgt 119° 34′; seltener in Gestalt spitzerer Octaëder von 46°. Diese Krystalle sind unlöslich in kaltem und warmem Wasser, in erwärmtem Urin, in Essigsäure und Ammoniak; löslich dagegen in stärkeren Mineralsäuren. Zum Glühen erhitzt verwandeln sie sich ohne Schwärzung in kohlensauren Kalk.

Vorkommen.

Vorkommen. Oxalsaurer Kalk wurde im Thierkörper bisher nachgewiesen: im Harn, und zwar im normalen und pathologischen, vorzugsweise reichlicher nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel, besonders nach dem Genusse von Sauerampfer, moussirender Weine und kohlensäurereicher Biere, sowie nach dem innerlichen Gebrauche doppeltkohlensaurer Alkalien, ferner in Harnsedimenten, in Blasen- und Nierensteinen (eine eigene Classe derselben: die sogenannten Maulbeersteine bildend), in den festen Excrementen nach dem Genusse oxalsäurehaltiger Nahrungsmittel, in menschlichen Darmconcrementen, in den Excrementen der Raupen und der Gallengänge dieser Thiere, im Schleim der Gallenblase und auf der Schleimhaut des schwangeren Uterus. Auch will man Oxalsäure im Blute durch Alkohol narkotisirter Hunde nach Ablauf des Rausches gefunden haben.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Da, wie bereits oben erwähnt wurde, die Oxalsäure stets nur in der Form ihres Kalksalzes im Organismus vorzukommen scheint, der oxalsaure Kalk aber nicht allein in Wasser, sondern auch in Essigsäure und in Alkalien so gut wie unlöslich ist, er sich auch nicht im Harn in der Wärme löst, so sollte man denken, es könne von einem Gelöstseins dieses Salzes im Körper überhaupt nicht die Rede sein, und doch ist es zur Genüge constatirt, dass der oxalsaure Kalk im Harn ebensowohl der Pflanzenfresser als des Menschen gelöst sein kann, denn nicht selten setzt er sich aus dem vollkommen klar gelassenen Harn erst einige Stunden nach seiner Entleerung in Krystallen ab, und meist erfolgt seine Ausscheidung mit Harnsäure-Sedimenten, die ja bekanntlich auch erst nach einiger Zeit im erkalteten Harn sich bilden. Es ist klar, dass seine Auflösung durch irgend einen Bestandtheil des Harns vermittelt sein muss. Sollte sich die Beobachtung Lehmann's, derzufolge sich im Harn neben einer etwa vorhandenen erheblicheren Menge oxalsauren Kalks constant auch Milchsäure findet, in ihrer Allgemeinheit bestätigen, so könnte man

der Milchsäure die Lösung des Kalkoxalats wohl zuschreiben, denn in Milchsäure ist der oxalsaure Kalk in der That etwas löslich, allein es müsste dann auch bewiesen sein, dass wenn der Harn keine Milchsäure enthält, darin auch kein gelöster oxalsaurer Kalk vorkomme. Uebrigens hat Neubauer nachgewiesen, dass der oxalsaure Kalk in Phosphorsäure, namentlich beim Erwärmen, in erheblicher Menge löslich ist, sowie dass eine Lösung von harnsaurem und phosphorsaurem Natron ebenfalls oxalsauren Kalk auflöst, und es dürfte durch diese Beobachtung eine genügende Erklärung für das Gelöstsein des oxalsauren Kalks im Harn gegeben sein. Da, wo der oxalsaure Kalk einmal ausgeschieden ist, zeigt er die oben beschriebenen charakteristischen Krystallformen. In Harnsteinen bildet er entweder für sich den Hauptbestandtheil derselben (Maulbeersteine), oder Schichten um einen gewöhnlich aus Harnsäure bestehenden Kern, oder auch wohl mit dieser letzteren alternirende Schichten, oder endlich bildet er den Kern solcher Steine; auch der sogenannte Harn- und Nierengries besteht nicht selten aus oxalsaurem Kalk; in diesem Falle hat er gewöhnlich ein glänzend krystallinisches Aussehen, und lässt unter dem Mikroskop die charakteristischen Quadratoctaëder des oxalsauren Kalks erkennen, gewöhnlich sind dieselben aber, namentlich an der Oberfläche der Concretionen, abgeplattet. Die gewöhnlichsten Begleiter des oxalsauren Kalks in den Nieren- und Blasenconcretionen sind Harnsäure, harnsaure Salze, phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk.

Abstammung.

Abstammung. Bei der Verbreitung des oxalsauren Kalks im Pflanzenreiche kann die Möglichkeit, dass der im Körper auftretende oxalsaure Kalk, wenigstens zum Theil von der Nahrung stamme, keineswegs geläugnet werden. Denn Wöhler, sowie Buchheim und Piotrowsky haben gezeigt, dass grössere Mengen von Oxalsäure, dem Organismus einverleibt, im Harn als oxalsaurer Kalk wieder erscheinen. Zu demselben Schlusse drängt die Erfahrung, dass der Genuss von Sauerampfer die Menge des oxalsauren Kalks im Harn vermehrt, und der sehr gewöhnliche Gehalt des Harns pflanzenfressender Thiere an oxalsaurem Kalk. Dagegen aber findet sich oxalsaurer Kalk im Organismus auch unter Bedingungen, die eine Abstammung von aussen ausschliessen. So ist es durch die genauen Versuche von Wöhler und Frerichs erwiesen, dass nach der Einverleibung von Harnsäure, harnsauren Salzen und von Bittermandelöl in die ersten Wege oder ins Blut, der Harn eine erhebliche Vermehrung des oxalsauren Kalks zeigen kann. Ebenso lässt die Abwesenheit des oxalsauren Kalks im Harn unter gewissen Umständen, sowie seine Gegenwart unter anderen, ohne dass in der Nahrung etwas geändert wird, nicht daran zweifeln, dass ein Theil der Oxalsäure im Körper selbst erst erzeugt wird. Es bedarf keiner besonderen Erörterung, dass sie dann als eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose auftritt. Wenn man zunächst nur den Umstand ins Auge fasst, dass die Oxalsäure ein allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper ist, so könnte man

sich die Erledigung der Frage, aus welchen Körperbestandtheilen und aus welchen Derivaten derselben zunächst und unmittelbar Oxalsäure gebildet werde, schwieriger vorstellen, als sie es in der That ist; wenn man dagegen nur diejenigen Bildungsweisen dieser Säure in ernstliche Erwägung zieht, die im Organismus denkbar oder wahrscheinlich erscheinen, so zieht sich der Kreis der Möglichkeiten, innerhalb dessen Conjecturen irgendwie berechtigt erscheinen, um ein bedeutendes Maass zusammen, es wird dann geradezu wahrscheinlich, dass die Bildung der Oxalsäure im Organismus mit jener der Harnsäure in genetischem Zusammenhange steht. Wir haben bereits weiter oben bei Gelegenheit der Harnsäure erörtert, dass wir uns die Spaltung der Harnsäure im Thierkörper in ähnlicher Weise erfolgend denken können, wie durch Superoxyde und durch Ozon: in Harnstoff, Oxalsäure und Allantoin; letztere beiden mögen aber unter normalen Bedingungen ebenfalls weiter zerlegt werden, namentlich liegt es sehr nahe, eine weitere Oxydation der Oxalsäure zu Kohlensäure anzunehmen, um so näher, als meine Versuche gelehrt haben, dass bei der Einwirkung des Ozons auf Harnsäure wohl Harnstoff und Allantoin aber keine Oxalsäure auftritt. Dass zwischen Harnsäure und Oxalsäure ein genetischer Zusammenhang im Thierkörper besteht, wird ausserdem durch die Verhältnisse des Vorkommens beider Körper wahrscheinlich; im Harn, in den Harnsteinen, den Nierenconcrementen ist der oxalsaure Kalk meist von Harnsäure begleitet. Die physiologischen Bedingungen, unter welchen oxalsaurer Kalk in erheblicherer Menge im Harn auftritt, lassen diesen Zusammenhang ebensowenig verkennen; es sind nämlich die gewöhnlichsten derartigen Bedingungen mannigfache Störungen des Stoffwechsels und der Respiration; sowie unter diesen Bedingungen eine Vermehrung der Harnsäure darin ihre Erklärung findet, dass eben ein Theil der Harnsäure nicht die normale Umsetzung erleidet, so könnte auch die Oxalsäure, die durch die Umsetzung eines anderen Theils derselben erzeugt wäre, unter denselben Bedingungen nicht weiter oxydirt werden. Auch die von Wöhler und Frerichs beobachtete Thatsache, dass nach Injection von harnsauren Salzen in die Venen von Thieren neben oxalsaurem Kalk auch eine Vermehrung von Harnstoff im Harn eintritt, steht mit der Auffassung, dass die Oxalsäure ein Nebenproduct der Bildung des Harnstoffs aus Harnsäure sei, im Einklange, während die Vermehrung des oxalsauren Kalks im Harn nach Ueberladung des Blutes mit Kohlensäure sich ohne Schwierigkeit auf eine dadurch beeinträchtigte Oxydation der gebildeten Oxalsäure zurückführen lässt. Es verdient übrigens hier besondere Erwähnung, dass meine Versuche ergeben haben, dass bei der Oxydation der Harnsäure durch Ozon in alkalischer Lösung die Oxalsäure als eines der Producte dieser Oxydation auftritt, so dass es scheint, als wenn die Gegenwart von Alkali ihrer weiteren Umsetzung eher hinderlich als förderlich wäre; jedenfalls bedürfte es weiterer Untersuchungen, um diesen Punkt aufzuklären.

Eine Deutung der Abstammung desjenigen oxalsauren Kalks, der im Gallenblasenschleim und auf der Schleimhaut des schwangeren Uterus beobachtet wurde, ist gegenwärtig nicht möglich.

Was das Auftreten von Oxalsäure im Harn nach dem Genusse von Pflanzensäuren anbetrifft, so ist es klar, dass hier eine Verwandlung derselben in Oxalsäure angenommen werden muss. Was namentlich einen von H. Müller und Kölliker beobachteten Fall betrifft, die im Harn eines Mädchens, welches Citronensaft als Heilmittel gebrauchte, einen reichlichen Gehalt von Oxalsäure fanden, so giebt den Schlüssel zur Erklärung dieser Thatsache die im Verlauf meiner Untersuchungen über die Einwirkung des Ozons auf organische Substanzen constatirte Thatsache, dass unter der Einwirkung dieses Oxydationsmittels die Citronensäure neben Ameisensäure auch Oxalsäure liefert.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen und Austritt aus dem Organismus. Das Vorkommen des oxalsauren Kalks im Harn und den Excrementen lehrt, dass die Oxalsäure in der That als solche aus dem Körper austreten kann. Allein, da sie im Harn keineswegs constant auftritt, und da ihre Vermehrung darin vielfach auf pathologische Verhältnisse hinweist, so folgt, dass sie auch weiterer Verwandlungen im Organismus fähig ist. Wir müssten bereits Gesagtes wiederholen, wenn wir uns in eine Erörterung der Frage einliessen, welche Producte aus ihrer Umsetzung im Organismus hervorgehen. Ihr chemisches Verhalten lässt keinen Zweifel darüber, dass sie in Kohlensäure übergeführt werden muss, wenn überhaupt die Bedingungen einer Oxydation derselben vorhanden sind.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Sie ist sicherlich keine andere wie die eines Endproductes der regressiven Stoffmetamorphose.

Anhang.

Substanzen, deren Präexistenz im Organismus zweifelhaft ist, — die nur sehr unvollkommen studirt, — oder die als Gemenge erkannt sind.

Alcapton.

Alcapton — nennt Bödeker einen dem Harnzucker in mancher Beziehung ähnlichen Körper, den er im Harn eines Kranken fand. Er beschreibt ihn als einen blassgelben, firnissartigen, amorphen Körper, der beim Erhitzen unter Entwickelung eines urinösen Geruchs mit leuchtender Flamme verbrannte, und beim Erhitzen mit Natronkalk viel Ammoniak entwickelte. Er ist in Wasser und Alkohol löslich, reducirt Kupfer- und

Silberoxyd stark bei Gegenwart von freiem Alkali, nicht aber Wismuthoxyd. Er scheint endlich nicht gährungsfähig zu sein.

Bödeker: Zeitschr. f. rat. Med. VII, 128.

Amyloide Substanz — eine in der sogenannten Wachsleber und anderen Organen und Geweben (Gehirn, ependyma ventriculorum, Rückenmark, Ganglion Gasseri, atrophirter Nervus opticus, Speckmilz u. a. m.) zuerst von Virchow aufgefundene und beschriebene Substanz, die nach ihrer äusseren Form, und mikrochemischen Reactionen zufolge mit Amylum Aehnlichkeit zeigt. Unter dem Mikroskop erscheint sie in Körnern, die den Amylumkörnern gleichen; ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 0,03 mm. Sie lösen sich in Wasser beim Erwärmen, und werden durch Jod blaugrau, violettblau, bräunlich, nie aber rein violett oder blau gefärbt; auf nachträglichen Zusatz von Schwefelsäure nehmen sie eine blaue Färbung an; ebenso werden sie durch Chlorzink-Jodlösung blau gefärbt. Eingehendere Untersuchungen über diese Substanz von C. Schmidt, Friedreich und Kekulé haben aber ergeben, dass die Amyloidsubstanz ein stickstoffhaltiger in seiner Zusammensetzung mit den Albuminaten übereinstimmender Körper sei. Amyloide Substanz.

Virchow: Verhandl. d. phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. II. p. 51. 9. Juni 1855; 5. Juli 1856. — Arch. f. path. Anat. VI, 153, 268, 426. VIII, 140, 364. — C. Schmidt: Ann. d. Chem. u. Pharm. CX, 250. — Friedreich u. Kekulé: Arch. f. path. Anat. XVI, 50.

Chlorrodinsäure. Eine von Bödeker im Eiter entdeckte organische Säure. Der getrocknete Eiter wurde mit Aether und Alkohol und mit Wasser gekocht, die wässerige Lösung mit Bleiessig gefällt, und der zersetzte Bleiniederschlag mit siedendem absoluten Alkohol ausgezogen. Der Alkoholrückstand enthält die Säure als mikroskopische kugelige Gruppen zarter Nadeln. Die Chlorrodinsäure ist in Wasser und Alkohol leicht, in Aether unlöslich, nichtflüchtig, schmilzt beim Erhitzen und verbrennt unter Entwickelung des Geruchs der verbrennenden Albuminate. Die wässerige Lösung wird durch Sublimat, salpetersaures Quecksilberoxyd und Zinnchlorür gefällt, ebenso durch Gallustinctur und Jod. Chlorwasser erzeugt eine rosenrothe Färbung. Chlorrodinsäure.

Bödeker: Zeitschr. f. rat. Medicin. N. F. VI. 2. Heft.

Damalursäure. Von Städeler aus dem sauren Destillat des Kuhharns dargestellt, ausserdem aber auch im Menschen- und Pferdeharn nachgewiesen. Oelige Flüssigkeit von valeriansäureähnlichem Geruch, schwerer wie Wasser, und von stark saurer Reaction, mit Basen wohl charakterisirte und meist krystallisirbare Salze bildend. Damalursäure.

Formel: $C_{14}H_{12}O_4$.

Städeler: Ann. d. Chem. u. Ph. LXXVII, 17.

Damolsäure und Taurylsäure.

Damolsäure und Taurylsäure nennt Städeler zwei von ihm im Kuhharn aufgefundene Säuren, von denen die erstere tropfbarflüssig, schwerer als Wasser, und wenig löslich in selbem, in dem durch kohlensaures Natron zersetzbaren Antheil des Kuhharndestillats neben der Damalursäure enthalten ist, und von dieser durch Krystallisation ihres Barytsalzes, welches zuerst krystallisirt, getrennt wird. Die Taurylsäure findet sich in dem durch kohlensaures Natron nicht zersetzbaren Antheil des Harndestillats; sie ist der Phenylsäure sehr ähnlich, und unterscheidet sich von ihr nur durch einen etwas höheren Siedpunkt, und dadurch, dass sie mit concentrirter Schwefelsäure krystallinisch erstarrt. Ihrer Formel nach, $C_{14} H_8 O_2$, wäre sie isomer dem Anisol.

Erythrogen.

Erythrogen — ein Farbstoff, den Bizio aus der Galle eines Icterischen dargestellt haben will. Er soll smaragdgrüne, durchsichtige, biegsame Krystalle bilden und nach faulen Fischen riechen, bei 42° C schmelzen und krystallinisch erstarren. Bei 50°C sollen er sich in Gestalt purpurfarbiger Dämpfe verflüchtigen. Wasser und Aether sollen das Erythrogen nicht lösen, wohl aber Alkohol und fette Oele. Die salpetersaure Lösung soll sich bei 37° C. entfärben, bei stärkerer Hitze aber unter Sauerstoffentwickelung purpurroth färben. Auch wenn Erythrogen mit Ammoniak erhitzt wird, erzeugt sich diese Purpurfarbe unter Entwickelung von Wasserstoffgas (!!); erhitzt man endlich Erythrogen in Ammoniakgas bis zu jener Temperatur, bei welcher es sich verflüchtigt, so schiesst es unter Stickstoffaufnahme (!!!) in kleinen purpurfarbenen Strahlen an u.s.w. Alle diese Angaben leiden in so hohem Grade an innerer Unwahrscheinlichkeit und Abenteuerlichkeit, dass sie gar kein Vertrauen beanspruchen können.

Excretolinsäure.

Excretolinsäure — nennt Marcet einen ölartigen Stoff von fäculentem Geruch, welchen er aus dem heissbereiteten Alkoholextract menschlicher Fäces durch Kalkhydrat fällte. Das Kalksalz wurde mit Schwefelsäure zersetzt, die ausgeschiedene Säure mit Aether aufgenommen und mit Wasser gewaschen. Die Excretolinsäure schmilzt bei 25 bis 26° C., riecht beim Erhitzen auf Platin wie Excretin, verbrennt mit heller Flamme vollkommen, ist in Wasser unlöslich, löslich in Aether, wenig in kaltem, leicht in heissem Alkohol. Die Lösung ist von saurer Reaction.

W. Marcet: Philos. Transact. 1854. p. 265 bis 283.

Glycerin-Phosphorsäure.

Glycerin-Phosphorsäure. Diese Säure soll nach den Untersuchungen von Frémy, Gobley u. A. im Gehirn, dem Nervenmark, dem Eidotter und anderen Geweben sich vorfinden, allein für diese Annahme sind keine entscheidenden Beweise beigebracht. Um die Säure aus dem Eidotter zu erhalten, zog Gobley selben mit siedendem Alkohol oder Aether aus, verdunstete die Flüssigkeit, entfernte das aufschwimmende Oel, versetzte die rückständige Flüssigkeit mit etwas Salzsäure, und entfernte die von Neuem sich abscheidende Schicht fetter Sub-

stanzen durch Aether. Den Rückstand löste er in Wasser und fällte die Lösung durch Bleizucker. Den gewaschenen Niederschlag zersetzte er durch Schwefelwasserstoff, und fällte aus der erhaltenen Lösung eine geringe Menge phosphorsauren Kalks durch Sättigen der Säure mit Kalkwasser. Aus dieser Lösung wurde durch vorsichtiges Hinzufügen reiner Oxalsäure der Kalk entfernt. Das Filtrat soll reine Glycerin-Phosphorsäure enthalten haben.

Gobley: Ann. d. Chem. u. Ph. LX, 275. — Journ. de Chim. et de Pharm. T. IX, p. 1.

Gravidin. Kyestëin. Unter letzterem Namen beschrieb Nauche einen von ihm für eigenthümlich gehaltenen Stoff im Harn Schwangerer, der das in selbem häufig zu beobachtende schillernde Häutchen bilden soll. Nach späteren Beobachtungen besteht aber dieses Häutchen einfach aus Krystallen von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, Vibrionen und Pilzen, während Stark die Bildung dieses Häutchens von einer eiweissartigen Substanz: dem Gravidin, bedingt sein lässt, eine Ansicht, der sich in neuester Zeit im Wesentlichen Braxton Hicks angeschlossen hat. Gravidin. Kyestëin.

Nauche: Journ. de Chim. méd. 2 Sér. V, p. 64. — Golding Bird: Guy's Hosp. Rep. April 1840. — Veit: N. Zeitschr. f. Geburtsh. 1851. XXX, 257. — Lehmann: Zoochemie. S. 343. — Stark: Edinb. med. and surg. Journ. 1842. 156. — Braxton Hicks: Lancet. 1859. II, 281.

Lecithin. Ein nach den Untersuchungen von Gobley im Blute, im Eigelb (von Hühnern), im Gehirn, und im Rogen und der Milch der Karpfen vorkommender Körper. Er erhielt denselben, indem er den in Aether löslichen Theil dieser Thiersubstanzen mit Alkohol auskochte, worin sich das Lecithin löste. Die alkoholische Lösung wurde verdunstet und mit heissem Mandelöl behandelt, welches nur das Cholesterin löste, während das Lecithin im Rückstand blieb. Er filtrirte noch heiss und behandelte den Rückstand auf dem Filter mit Alkohol, der das Lecithin auszog, gleichzeitig aber etwas Cerebrinsäure aufnahm. Das Lecithin soll eine visköse an und für sich vollkommen neutrale Substanz sein, die sich an der Luft nicht verändert, aber durch Einwirkung von Salzsäure in Oelsäure, Margarinsäure und Glycerinphosphorsäure zerlegt wird. Jedenfalls ist es ein noch gar nicht charakterisirtes Gemenge. Lecithin.

Gobley: Compt. rend. XXI, 766. Journ. de Phys. et de Chim. 3 Sér. XI, 409. XII, 513. Journ. de Chim. méd. VI, 67. Journ. de Pharm. et de Chim. T. XXI, 250

Myelin, Markstoff. Eine von Virchow in verschiedenen normalen und pathologisch veränderten Geweben aufgefundene Substanz, die er für identisch mit dem Nervenmarke hält. Sie fand sich in den Nerven, in dem kochend bereiteten wässerigen Auszug der Milz, in der Schilddrüse, im Dotter des Hühnereies, im Hoden des Stiers, und in Sperma, das in Glaubersalzlösung gelegen war, im Eiter, in kranken Lungen, in dem mit Alkohol gekochten Eierstock des Kalbes, in der Myelin.

Galle neben Cholesterinausscheidungen, in der klaren schleimigen Flüssigkeit einer Lebercyste, und endlich ist das Myelin nach der Meinung Virchow's auch identisch mit einem von H. Meckel beschriebenen Speckstoff aus wachsartig degenerirten Drüsen. Das Myelin ist zähflüssig, nimmt Formen an, die aufs Täuschendste Nervenröhren und ähnlichen Gebilden gleichen, sowie auch insbesondere dem aus den Nervenscheiden ausgetretenen Inhalte derselben; in heissem Alkohol ist es leicht löslich, scheidet sich aber daraus beim Erkalten aus, in Wasser quillt es wie Stärkmehl auf, und nimmt dabei die erwähnten Formen an, schrumpft aber auf Zusatz concentrirter Salzlösungen wieder ein. Aether, Chloroform, Terpentinöl lösen das Myelin mit Leichtigkeit, schwache Säuren und Alkalien zeigen geringe Einwirkung, starke Alkalien machen die Substanz etwas einschrumpfen, starke concentrirte Säuren machen sie noch mehr aufquellen und zerstören sie endlich, durch Chromsäure wird die Substanz gelb, hart und starr, concentrirte Schwefelsäure färbt sie roth, zuweilen violett. Aus diesen mikrochemischen Reactionen lässt sich über die eigentliche Natur dieser Substanz kein Urtheil fällen.

Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. V. Fig. 4. — Virchow: Arch. f. path. Anat. VI, 562. — H. Meckel: Annal. d. Charit. IV, 269.

Oleophosphorsäure.

Oleophosphorsäure. Diese Säure soll nach den Untersuchungen von Frémy und Anderen im Gehirn, Rückenmark, in den Nieren und in der Leber vorkommen. Frémy erhielt sie aus dem Gehirn auf nachstehende Weise: er zerschnitt das Gehirn in kleine Stücke, behandelte es mehreremale mit siedendem Alkohol, und liess es hierauf mehrere Tage mit dieser Flüssigkeit stehen. Darauf presste er die Masse aus, zerstiess sie schnell in einem Mörser, und behandelte sie sofort mit Aether in der Kälte, dann in der Wärme. Nach dem Verdunsten der ätherischen Lösungen wurde der Rückstand in kaltem Aether gelöst, wobei eine weisse Substanz abgeschieden wurde, während die Oleophosphorsäure, zum Theil an Natron gebunden, gelöst blieb. Der Aether wurde abdestillirt, zur Bindung des Natrons etwas einer Säure hinzugefügt, und die Masse mit Alkohol ausgekocht, der beim Erkalten Oleophosphorsäure herausfallen liess. So dargestellt ist übrigens, wie Frémy angiebt, die Säure noch nicht ganz rein, sondern enthält noch Spuren von Cerebrin (Cerebrinsäure) und von Cholesterin. Frémy beschreibt sie als eine gelbe, klebrige Masse, die in Wasser unlöslich ist, in kochendem Wasser aber aufquillt. Ebenso wenig löst sie sich in kaltem Alkohol, reichlich aber in siedendem, und noch leichter in Aether. Mit alkalischen Basen bildet sie seifenartige Verbindungen, mit schweren Metalloxyden unlösliche Salze. An der Luft erhitzt, verbrennt sie, und hinterlässt eine sehr saure Phosphorsäure enthaltende Kohle. Durch Kochen mit Wasser, wenn selbes längere Zeit fortgesetzt wird, oder unter denselben Bedingungen mit Alkohol soll sie sich, wie Frémy angiebt, in ein flüssiges Oel: Olein, und Phosphorsäure zersetzen, ebenso unter

Mitwirkung einer Säure. Alkalien sollen sie in Phosphorsäure, oleinsaure Salze und Glycerin umsetzen.

Diese Untersuchungen bedürfen sämmtlich der Bestätigung.

Fremy: Ann. de Chim. et de Phys. Août 1841. 465. Journ. f. prakt. Chem. XXV, 29. Journ. de Pharm. T. XXVI, 769. Compt. rend. T. XI, 763.

Pyocyanin — ein aus durch Eiter blaugefärbten Verbandleinen jüngst von Fordos dargestellter blauer Farbstoff. Er erhielt ihn, indem er die Verbandleinen mit schwach ammoniakalischem Wasser auszog, welches sich dabei blau oder grün färbte. Er schüttelte die Lösung mit Chloroform, welches daraus Pyocyanin, Fett und einen gelben Farbstoff aufnahm. Das von der wässerigen Lösung getrennte Chloroform liess er verdunsten, behandelte den Rückstand abermals mit Chloroform und wiederholte diese Procedur noch einmal. So erhielt er es ziemlich rein, aber noch mit etwas gelbem Farbstoff gemengt. Er behandelte hierauf den Rückstand mit etwas Salzsäure, wodurch das Pyocyanin in eine rothe Substanz, eine Verbindung mit Salzsäure, verwandelt wird. Diese Lösung liess er an der Luft eintrocknen, und zog sie abermals mit Chloroform aus, welches die fremden Stoffe löste, die salzsaure Verbindung des Pyocyanins aber ungelöst liess. Letztere zerrieb er mit etwas Baryt unter einer Schicht Chloroform, welches sich nun wieder blau färbte, und nach dem Verdunsten das Pyocyanin in Krystallen absetzte. Pyocyanin.

So dargestellt, bildet es blaue Prismen, die in Wasser, Weingeist, Aether und Chloroform löslich sind. Durch Chlor wird es entfärbt, durch Säuren geröthet, durch Alkalien gebläut. Enthält eine Pyocyaninlösung noch Eiter, so verliert sie in verschlossenen Gefässen nach und nach ihre Farbe, nimmt dieselbe aber beim Schütteln mit Luft wieder an. Dieselbe Entfärbung erleidet sie, wenn sie bei Luftabschluss mit wenig Schwefelnatrium behandelt wird, und bläut sich nachher auch wieder an der Luft, sie wird demnach durch Reduction entfärbt, durch Oxydation aber blau. Ammoniak scheint die Bildung des Pyocyanins zu befördern.

Fordos: Compt. rend. T. LI, 215. — Recueuil des travaux de la Soc. d'émulation pour les scienc. pharm. T. III. fascic. 1. p. 30.

Serolin. Diese Substanz wurde von Boudet im Rückstande des Blutserums nachgewiesen, und durch Auskochen desselben mit Alkohol erhalten. Bei gewöhnlicher Temperatur bildet es perlmutterglänzende Flocken, welche unter dem Mikroskop theils in parallel aneinander gelagerten, theils fächerförmig gruppirten, theils gekreuzten Nadeln erscheinen; es löst sich sehr wenig in kaltem Alkohol, aber ziemlich leicht in heissem und in Aether; mit Wasser bildet es keine Emulsion; es ist neutral, schmilzt bei 36° C., und scheint theilweise unverändert überzudestilliren; es soll stickstoffhaltig sein. Von Alkalien wird es nicht verseift. Serolin.

Gobley glaubt das Serolin als ein Gemenge von Fett und Albumin erkannt zu haben.

Boudet: Ann. de Chim. et de Phys. T. LII, 337. — Gobley: Journ. de Pharm. et de Chim. T. XXI, 253.

Zooamylin.

Zooamylin nennt Rouget die amorphe glykogene Substanz, die sich nach Cl. Bernard's und seinen eigenen Untersuchungen in den Gewebselementen von Embryonen, in den Epithelialzellen des Uterus, der Vagina, der Zunge, den Leberzellen, in den Embryonen von Hydra viridis, von Hirudineen, Gasteropoden, bei Libellen- und Tipula-Larven findet. Bei letzteren bildet es nach Rouget den sogenannten Fettkörper. Das Zooamylin ist nach Rouget anfangs flüssig, wird aber körnig oder sarcodtropfenartig durch Einwirkung von Reagentien. In Wasser in der Kälte löslich, wird es durch Alkohol und Erhitzen körnig gefällt, und durch Jodkalium-Jodlösung violettrosa gefärbt.

Bei Froschlarven tritt das Zooamylin nicht eher auf, als bis die hinteren Extremitäten hervortreten; beim Hühnchen erscheint es zuerst in den Knorpeln, bei einem Hammelsfötus von zwei Monaten traf er es im Inneren der Muskelprimitivbündel, ausserdem waren die Zellen der Darmschleimhaut, der Athemwege, der Urogenitalorgane, der inneren Fläche der Augenlider, der Cornea damit angefüllt. Bei jungen Rindsembryonen erscheint es nach Rouget früher in den Knorpeln, Muskeln und Epithelien, als in den glykogenen Zellen auf der Oberfläche des Amnion. Zooamylin will Rouget endlich auch in der Leibeshöhle von Nais, in einem rhabdocelen Strudelwurm, sowie in einigen Infusorien aufgefunden haben.

Rouget: Compt. rend. 1859. 792; Ebendas. 1018. — Journ. de Physiol. II. p. 83 u. p. 308.

Dritter Abschnitt.

Chemie der thierischen Flüssigkeiten, Gewebe und Organe.

a. Thierische Flüssigkeiten.

I. Chemie des Blutes.

In den Blutgefässen des Thierkörpers, einem geschlossenen, aber mit den Röhren des Lymph- und Chylussystems communicirenden Röhrensysteme circulirt während des Lebens eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit, das Blut. Indem die Wände dieser Röhren für endosmotische Strömungen permeable Membranen darstellen, treten in Form wässeriger Lösungen beständig gewisse Bestandtheile des Blutes in die Gewebe und Organe aus, während andere Stoffe aus den letzteren in das Blut übergehen. Indem endlich auch noch der Inhalt der Lymph- und Chylusgefässe in den Blutstrom mündet, erhält derselbe fort und fort neue Stoffe zugeführt, und es ist die Zusammensetzung des Blutes eine nach Zeit und Ort bis zu einem gewissen Grade wechselnde.

Bei der nachstehenden Schilderung der Eigenschaften und der Zusammensetzung des Blutes halten wir uns zunächst an das Blut des Menschen und der höheren Wirbelthiere.

Physikalische Charaktere. Das Blut des Menschen und der höheren Wirbelthiere stellt eine dickliche, sich klebrig anfühlende, hell- bis dunkel-kirschrothe, vollkommen undurchsichtige Flüssigkeit dar, von schwachem aber eigenthümlichem Geruch und fade-salzigem Geschmack. Das Blut ist schwerer wie Wasser, und es schwankt das specifische Gewicht des menschlichen innerhalb der physiologischen Gränzen von 1,045 bis 1,075. Physikalische Charaktere.

Die Temperatur des Blutes, so lange dasselbe in den Adern kreist, schwankt je nach den Gefässbezirken und gewissen physiologischen Vorgängen zwischen 34,02° und 41,3° C. Nachstehende Tabelle giebt hierfür Belege:

Hund	Gefässbezirk	Temperatur in ^{0} C.	Besondere Bemerkungen	Beobachter
1	Vena cava sup.	35,98		G. Liebig
	Atr. Cord. dextr.	36,37		
2	Vena cruralis	37,20		
	Vena cava infer.	38,11		
3	Aorta	38,7	Ende der Verdauung	Cl. Bernard
	Vena portarum	39,2		
4	Vena portar.	39,9	Anfang der Verdauung	
	Vena hepatica	39,5		
5	Vena portar.	39,7	Verdauung	
	Vena hepatica	41,3		
6	Vena portar.	37,8	Seit 4 Tagen nüchtern	
	Vena hepatica	38,4		
7	Vena portar.	39,6	Verdauung	
	Vena hepatica	39,7		
8	Aorta	38,4		
	Vena hepatica	39,4		
9	Rechtes Herz	38,8	Nüchtern	
	Linkes Herz	38,6		
	Rechtes Herz	39,2	Verdauung	G. Liebig
	Linkes Herz	39,1		
10	Rechtes Herz	36,37		
	Linkes Herz	36,82		
11	Rechtes Herz	39,21		
	Linkes Herz	34,02		

Die specifische Wärme des Blutes wurde von J. Davy = 0,83 und 0,93 gefunden. Diese Resultate bedürfen aber der Bestätigung.

Das Blut ist keineswegs eine reine Lösung, sondern es ist im chemischen Sinne eine Emulsion: d.h. eine Flüssigkeit, in welcher gewisse Bestandtheile wirklich gelöst, andere aber nur aufgeschwemmt, suspendirt sind.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Die anatomische Analyse zerlegt das Blut in Festes, Aufgeschwemmtes: in die histologischen Formelemente des Blutes, und in das Plasma oder den Liquor sanguinis, eine Flüssigkeit, in der gewisse Blutbestandtheile gelöst sind.

Zu den aufgeschwemmten Blutbestandtheilen zählen:

a) Die Blutkörperchen (Blutzellen, Blutscheiben, rothe Blutkörperchen).
b) Die Lymphkörperchen (farblose Blutzellen).
c) Die Molekularkörnchen.

Blutkörperchen.

Die Blutkörperchen des Menschen, wegen ihrer Kleinheit so wenig wie die übrigen Formbestandtheile des Blutes mit freiem Auge sichtbar, erscheinen bei der mikroskopischen Untersuchung des Blutes als kreisrunde, zart aber scharf contourirte gelbliche Scheiben, deren Farbe erst dann, wenn mehrere aufeinander liegen, röthlich bis roth erscheint. Der Durchmesser dieser Scheiben beträgt gewöhnlich 0,00314 bis 0,00260 Linien, mit Extremen nach beiden Seiten hin von 0,0040 bis 0,00172 Linien. Auf der Fläche liegend, nehmen sie sich wie eine Concavlinse aus, während sie auf dem Rande stehend das Ansehen eines Biscuits darbieten. Aus diesem Verhalten sowie auch aus ihren Lichtbrechungsverhältnissen schliessen wir, dass die Blutkörperchen biconcave Scheiben mit abgerundeten und etwas aufgewulsteten Rändern darstellen. Ihr Inhalt ist meist vollkommen klar und homogen, zuweilen aber körnig. Ueber die mikroskopischen Charaktere des menschlichen Blutes vergl. Funke: Atl. 2. Aufl., Taf. XI und XII.

Die rothe Farbe und die Undurchsichtigkeit des Blutes rührt von den Blutkörperchen her, deren Zahl im Blute eine so ungeheure ist, dass nach den Zählungen von Vierordt und H. Welker in einem Cubikmillimeter Blut 4 bis $5^1/_2$ Millionen Stück enthalten sind.

Farblose Blutkörperchen.

Die Lymphkörperchen oder farblosen Blutkörperchen, ebenfalls nur unter dem Mikroskope wahrnehmbar, sind kreisrunde oder rundliche, in einzelnen Fällen etwas abgeflachte Zellen von ungefähr 0,004 Linien Durchmesser, doch zeigen sie nicht unbeträchtliche Grössenverschiedenheiten. Sie sind farblos, und ihr Inhalt ist ein feinkörniger, ihre Contouren endlich sind höckerig. Sie enthalten einen mehr oder minder deutlichen Kern, der entweder schon auf Zusatz von Wasser oder nach Einwirkung von Essigsäure, hier besonders deutlich hervortritt. Sie sind endlich leichter als die rothen Blutkörperchen, und in viel geringerer Menge vorhanden. Man kann annehmen, dass auf 1000 rothe Blutkörperchen etwa 1 bis 2 farblose kommen. Doch zeigt ihre Menge Schwankungen, die von verschiedenen Momenten abhängig erscheinen.

Ihre Menge nimmt zu während der Verdauung, der Schwangerschaft, nach starken Blutentleerungen; bei Kindern ist ihre Menge grösser wie bei Greisen; besonders reich an farblosen Zellen ist endlich das aus der Milz und Leber abfliessende Blut. Bei einer merkwürdigen, Leukämie genannten Krankheit findet eine so bedeutende Vermehrung derselben statt, dass sie den rothen an Zahl gleichkommen oder diese wohl gar überwiegen.

Die nähere Betrachtung der Formelemente des Blutes, ihrer Genese, ihrer Veränderungen, ihres mikrochemischen Verhaltens, und ihrer physiologischen Bedeutung ist Sache der Histologie und reinen Physiologie, und wir müssen nicht nur allein auf die Hand- und Lehrbücher dieser Doctrinen verweisen, sondern hier ein- für allemal erklären, dass die physiologische Chemie überall die Elementarkenntnisse in Physiologie und Histologie voraussetzen muss.

Chemische Bestandtheile des Blutes im Allgemeinen.

Chemische Bestandtheile des Blutes im Allgemeinen.

Wenn wir von der anatomischen Zergliederung des Blutes in Formelemente und Intercellularflüssigkeit (Plasma) vorläufig absehen und zunächst nur ins Auge fassen, welche Bestandtheile die Chemie im Blute überhaupt nachgewiesen hat, so finden wir Folgendes.

Normale und constante Bestandtheile des Blutes.

Constante Bestandtheile.

Als solche sehen wir an:

Wasser, Albumin, Faserstoff, Globulin, Hämatokrystallin, Hämatin, Stearinsäure-, Palmitinsäure- und Oelsäure-Glycerid (Fette), stearinsaure, palmitinsaure und ölsaure Alkalien (Seifen), Cholesterin, Traubenzucker, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin.

Von anorganischen Stoffen: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, an Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und Chlor gebunden, Eisen, Mangan, Kieselerde. An Gasen: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure.

Von diesen genannten Stoffen sind einige nur in sehr geringer Menge im Blute enthalten, so dass ihre Menge entweder nicht, oder nur in Ausnahmsfällen bestimmt werden konnte. Es gehören dazu: Harnstoff, Zucker, Kreatin, Kreatinin und Cholesterin.

Nicht constante Bestandtheile des Blutes.

Nicht constante Bestandtheile.

Wir zählen hierher alle jene Stoffe, deren Existenz nicht mit voller wissenschaftlicher Sicherheit nachgewiesen ist, — die bisher nur unter pathologischen Verhältnissen aufgefunden wurden, — oder deren Vorkommen im Blute kein constantes zu sein scheint, vielmehr von bestimmten Bedingungen abhängig ist. Als solche betrachten wir:

Glycerin- und Oleophosphorsäure, flüchtige Säuren der Formel $(CH)_n O_4$: Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure, Cerebrin (?), Hippursäure (bei Pflanzenfressern), Gallensäuren, Gallenfarbstoff, Harnsäure, Sarkin, Glutin, Milchsäure, Indican, eine eigenthümliche, Kupferoxydsalze reducirende, beim Erhitzen Caramelgeruch verbreitende Säure (Verdeil und Dollfus, Mialhe) im Rindsblute, Leucin und Tyrosin. Von anorganischen Stoffen: Fluor (?) kohlensaures Ammoniak, Spuren von Blei und Kupfer.

Hierzu ist zu bemerken, dass Gallensäuren, Gallenfarbstoff, Ameisen-

säure und Essigsäure, Harnsäure, Sarkin, Glutin, Leucin, Tyrosin, endlich kohlensaures Ammoniak, bis jetzt nur im Blute von Kranken aufgefunden wurden, obgleich sehr geringe Mengen von flüchtigen Säuren an Alkalien gebunden auch im normalen Blute vorkommen mögen.

Wenn aus dem Blute alle die genannten Stoffe abgeschieden sind, so bleibt eine nicht unbeträchtliche Menge unkrystallisirbarer, in Wasser löslicher, in Alkohol nur zum Theil löslicher Materien von brauner Farbe und extractartiger Consistenz zurück, deren chemische Natur noch unbekannt ist. Man hat sie Extractivstoffe genannt. Wir haben sie unter den Normalbestandtheilen des Blutes weiter oben absichtlich nicht aufgezählt, weil wir dort nur von wohl charakterisirten chemischen Individuen gesprochen haben; die Extractivstoffe aber sind Gemenge uns vorläufig noch unbekannter Stoffe. Die Menge dieser Extractivstoffe vermindert sich mit der fortschreitenden Entwickelung der Wissenschaft. Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Harnstoff, Harnsäure wurden noch vor wenig Jahren als Extractivstoffe aufgeführt, weil man sie eben daraus noch nicht abzuscheiden verstand. Extractivstoffe.

Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen und des Plasmas.

Von den aufgezählten Bestandtheilen des Blutes im Allgemeinen gehören einige den Blutkörperchen, andere dem Plasma ausschliesslich an, wieder andere aber sind beiden gemeinschaftlich; wenn aber auch letzteres der Fall ist, so sind diese Bestandtheile doch in Blutkörperchen und Plasma der Menge nach ungleich vertheilt.

Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen.

Das mikroskopische, mikrochemische und chemische Studium der Blutkörperchen führt uns zu dem Resultate, dass diese Gebilde als Elementarzellen zu betrachten sind, welche aus einer durch Albuminate gebildeten Hüllenmembran, und einem flüssigen oder halbflüssigen Inhalte bestehen. Es lehrt uns ferner, dass der Farbstoff, welcher die Farbe des Blutes bedingt, ausschliesslich Bestandtheil der Blutkörperchen, und zwar ihres Inhaltes ist. Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen.

Die chemische Analyse, auf diese Anhaltspunkte fussend und von ihnen aus weiter schreitend, hat als Bestandtheile der Blutkörperchen zum Theil direct nachgewiesen, zum Theil durch Induction erschlossen:

Wasser, Albuminate: und zwar Globulin, als Inhalt der Blutkörperchen, und ein unlösliches, die Hüllenmembran der Blutkörperchen bildendes, noch nicht näher studirtes Albuminat, Hämatokrystallin, Hämatin, Fette, und zwar auch ein phosphorhaltiges, Glycerinphosphorsäure oder Oleophosphorsäure, oder beide enthaltendes Fett, eine nicht näher studirte stickstoffhaltige Säure, und dieselben

anorganischen Stoffe, wie sie das Gesammtblut und das Plasma enthalten, nur in anderer weiter unten zu erörternder Vertheilung. Davon ist das Eisen und Mangan ausgenommen, welche Metalle den Blutkörperchen ausschliesslich angehören, und die sich daher wohl im Gesammtblute, aber nicht im Plasma finden.

Die Blutkörperchen enthalten endlich auch auf mechanischem Wege abscheidbare Gase, und zwar insbesondere Sauerstoffgas, wie wir bereits Seite 61 erörtert haben.

Chemische Bestandtheile des Blutplasmas.

Chemische Bestandtheile des Blutplasmas.

Dieselben sind folgende: Wasser, Albumin, Faserstoff, Fette, Cholesterin, Seifen, Cerebrin (?), Zucker, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, die oben aufgeführten anorganischen Stoffe des Gesammtblutes mit Ausnahme des Eisens, und Gase, worunter vorzugsweise Kohlensäure und Stickstoff. Auch die als nicht constante Bestandtheile des Blutes bezeichneten dürften wohl sämmtlich oder grösstentheils, vielleicht mit Ausnahme der Glycerin- und Oleo-Phosphorsäure dem Plasma angehören, doch fehlt es durchaus an entscheidenden Beweisen dafür.

Nach dem Angeführten erscheinen das eisenhaltige Hämatin, Globulin, Hämatokrystallin, das Albuminat der Hüllenmembran, das phosphorhaltige Fett, und vielleicht die übrigens noch ziemlich problematische stickstoffhaltige Säure den Blutkörperchen eigenthümlich, während dem Plasma ausschliesslich Faserstoff, Albumin, verseifte Fette, Zucker, Harnstoff, Kreatin u. s. w. angehören.

Beiden Formbestandtheilen des Blutes gemeinschaftlich sind aber Wasser, Fette überhaupt und die anorganischen Salze mit Ausnahme des Eisens, und endlich wohl auch die Gase. Diejenigen Stoffe aber, welche sich ebensowohl in den Blutkörperchen als im Plasma vorfinden, sind hier ihrer Menge nach sehr ungleich vertheilt. So ist der Wassergehalt des Blutplasmas viel grösser wie jener der Blutkörperchen, der Gehalt an festen Stoffen ist bei letzteren dreimal so gross wie im Plasma, auch Fett enthalten die Blutkörperchen mehr wie das Plasma. Von den anorganischen Salzen sind in den Blutkörperchen die Phosphate und Kalisalze vorherrschend, während im Plasma die Natronsalze und Chloride vorwiegen. Nach Abrechnung des den Blutkörperchen eigenthümlichen Eisens ist das Plasma reicher an anorganischen Salzen, und schwefelsaure und kohlensaure Alkalien finden sich vorzugsweise im Plasma. Dem grösseren Gehalte an festen Bestandtheilen entsprechend ist auch das specifische Gewicht der Blutkörperchen höher wie jenes des Plasmas. Von den Gasen wiegt in den Blutkörperchen der Sauerstoff, im Plasma die Kohlensäure vor. Wir werden bei der Besprechung der quantitativen Zusammensetzung des Blutes auf diese Verhältnisse noch genauer eingehen.

Allgemeines chemisches Verhalten des Blutes.

Wenn das Blut dem Lebenseinflusse und der Berührung mit der Gefässwand entzogen ist, sei es, dass mit dem Aufhören des Lebens die Thätigkeit des Herzens aufhört, oder sei es, dass dasselbe aus der Ader gelassen wird, beginnt in selbem eine Veränderung, die ihren Abschluss in der vollendeten Gerinnung findet, einem Vorgange, der in dem durch die ganze Masse des Blutes gleichförmig und nahezu gleichzeitig erfolgenden Unlöslichwerden des Faserstoffs begründet ist. Der sich ausscheidende Faserstoff schliesst die Blutkörperchen in sich ein, zieht sich mehr und mehr zusammen, und bildet den Blutkuchen (auch wohl Cruor geheissen); die aufgelöst bleibenden Bestandtheile des Blutes: das Plasma minus des Faserstoffs, bilden das Serum (Blutserum, Blutwasser). Gerinnung des Blutes.

Der Blutkuchen stellt im Allgemeinen eine dunkelrothe, elastisch-geléeartige Masse dar, deren Form von der des Gefässes, in welchem die Gerinnung stattfindet, bis zu einem gewissen Grade abhängig ist. Bindet man ihn in einen Leinwandlappen, und presst aus, so läuft eine blutkörperchenreiche, rothe Flüssigkeit ab. Wäscht man ihn in einem Leinwandsäckchen unter Wasser vollständig aus, so bleibt im Säckchen das Fibrin zurück, gemengt mit den Hüllen der Lymphkörperchen. Der Blutkuchen ist demnach als ein Gemenge von geronnenem Faserstoff und Blutkörperchen, durchtränkt von Serum zu betrachten. Blutkuchen.

Das Blutserum ist eine gelblich grüne, reingelbe oder in Folge der Beimengung von Blutkörperchen auch wohl röthliche, klebrige, deutlich alkalisch reagirende Flüssigkeit, die in seltenen Fällen auch wohl milchig getrübt ist (weisses Blut, weisses Serum). Diese milchige Trübung rührt entweder von suspendirten Fetttröpfchen, oder von einem eiweissartigen, höchst fein vertheilten Körper her. Blutserum.

Da der Blutkuchen die Blutkörperchen und den Faserstoff des Blutes enthält, wir aber unter Plasma: Blut minus Blutkörperchen verstehen, so sind die Bestandtheile des Serums jene des Plasmas minus dem Faserstoff.

Plasma oder Intercellularflüssigkeit des Blutes und Blutserum sind daher keineswegs identisch, was um so mehr hervorgehoben werden muss, als wir das Serum in der That ohne Schwierigkeit erhalten können, während das Plasma mehr ein theoretischer Begriff ist, da es bei dem Blute des Menschen und der höheren Wirbelthiere, wie wir später noch hören werden, nicht gelingt, die Blutkörperchen auf mechanischem Wege vollständig abzuscheiden, und dadurch wirkliches Plasma zu erhalten. Denn unter Plasma verstehen wir Blut minus Blutkörperchen, demnach noch gelösten Faserstoff enthaltend.

Trotz zahlreicher Untersuchungen über die Bedingungen der Blutgerinnung ist man über die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung Ursache der Gerinnung des Blutes.

noch keineswegs im Klaren. Der Kern der Frage: wie verhält sich der geronnene Faserstoff zu dem im Blute gelösten ist noch immer unerledigt; ja, seit man es sogar bezweifelt hat, ob es überhaupt einen gelösten Faserstoff gebe, und die Gerinnung dadurch zu erklären versuchte, dass man annahm, ein Theil des im Blute enthaltenen Albumins gehe nach dem Aufhören der Thätigkeit des Herzens, oder nach der Entfernung des Blutes aus dem Gefässrohr mit irgend einem anderen Stoffe des Plasmas eine unlösliche Verbindung ein, die eben den Faserstoff im geronnenen Zustande darstelle (Brücke), ist die Sache noch verwickelter geworden, denn es handelt sich, wenn man von dieser Annahme ausgeht, nicht mehr darum, zu erklären, wodurch der Faserstoff aus einer löslichen in eine unlösliche allotropische Modification übergeführt wird, sondern man hat mehrere unbekannte Grössen zu eruiren, einmal jenen rein hypothetischen Stoff des Plasmas, der sich mit Albumin zu einem unlöslichen Körper verbinden soll, ferner die Natur und Bildungsweise dieser Verbindung, und endlich die genaue wissenschaftliche Feststellung des Antheils, den an ihrer Bildung das Aufhören der Herzthätigkeit, und die Entfernung aus dem Gefässrohre haben.

Hypothese von Brücke.

Brücke stützt seine Ansicht auf eine von ihm gemachte Beobachtung, die, wenn sie auch keineswegs hinreicht dieselbe vollständig zu begründen, immerhin von Interesse ist, und zu weiteren Forschungen nach dieser Richtung anregt. Brücke fand, dass Blutplasma, welches durch Zusatz von Essigsäure und Ammoniak am Gerinnen verhindert wurde, gerade so viel durch Hitze coagulables Albumin mehr enthielt, als es, wenn es geronnen wäre, an Faserstoff ausgeschieden hätte.

Hypothese von Richardson.

Eine andere Hypothese über die Ursache der Gerinnung des Blutes hat in jüngster Zeit Richardson aufgestellt. Auf eine von ihm gemachte Beobachtung fussend, wornach sich aus dem Blute bei Einwirkung der Luft Ammoniak entwickeln soll, glaubt er die Gerinnung auf das Entweichen dieses Ammoniaks zurückführen zu dürfen, indem er annimmt, dass der Faserstoff eben durch dieses Ammoniak gelöst erhalten werde. So zahlreiche Versuche auch Richardson zur Begründung dieser Hypothese angestellt hat, so fehlt ihnen doch jede zwingende Beweiskraft, ja es steht selbst die Richtigkeit der Fundamentalbeobachtung dahin, und der Satz, dass das Entweichen jener problematischen Spur von Ammoniak durch die Einwirkung der Luft bedingt sei, demzufolge auch die Gerinnung selbst von der Einwirkung der Luft auf das Blut abhängig sein würde, steht mit der Erfahrung in vollkommenem Widerspruch, denn diese lehrt, dass mit Ausschluss aller Luft unmittelbar aus der Ader unter Quecksilber gebrachtes Blut ebenfalls gerinnt, und dass man in den Gefässen einer Leiche zurückgehaltenes Blut flüssig erhalten kann, auch wenn man Luft damit in Berührung bringt, oder wenn man eine blutgefüllte Vene eines soeben getödteten Thieres der Luft so lange aussetzt, dass sich das Blut hellroth färbt (Lister). Noch schlagender wird die Hypothese Richardson's durch die ebenfalls von Lister gemachte Beobachtung

widerlegt, dass Blut in den Gefässen eines lebenden oder eben getödteten Thieres, deren Wandungen mit kaustischem Ammoniak bestrichen sind, dennoch gerinnt.

Ueber die **Bedingungen der Gerinnung**, das heisst über die Momente, welche die Gerinnung des Blutes beschleunigen, verzögern, oder die Gerinnungsfähigkeit desselben aufheben, sind umfassende Untersuchungen angestellt, unter denen die von Brücke von besonderem Werthe sind. Momente, welche auf die Gerinnung des Blutes Einfluss äussern.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen erfolgt die Gerinnung des Blutes wenige Minuten nach der Entfernung aus der Ader, das in der Leiche zurückbleibende aber erhält sich stunden- und tagelang flüssig.

Verzögert wird nun die Gerinnung durch folgende Momente: Entfernung des im Blute enthaltenen Sauerstoffs; Sättigung des Blutes mit Kohlensäure; niedere Temperatur, nahe dem 0⁰ Punkte; grosser Salzgehalt des Plasmas; Zusatz von gewissen Salzen, wie schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, Chlornatrium, Chlorkalium, essigsaures Kali, borsaures Natron; durch einen Zusatz einer sehr geringen Menge von kaustischem Kali oder Ammoniak; durch einen Zusatz von kohlensauren Alkalien, von Zucker oder Gummi; durch Ansäuern des Blutes mit Essig- oder Salpetersäure bis zur schwach sauren Reaction.

Beschleunigt wird die Gerinnung: durch eine die Blutwärme etwas übersteigende Temperatur; durch starke Bewegung des aus der Ader gelassenen Blutes; durch Zutritt von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft; durch Berührung des Blutes mit gewissen Metallen (welchen?) und anderen mineralischen Stoffen (welchen?).

Vollkommen **aufgehoben** wird die Gerinnungsfähigkeit des Blutes nach Brücke's Erfahrung durch Neutralisation des angesäuerten Blutes mit Ammoniak.

Unabhängig ist die Gerinnung des Blutes überhaupt: von dem Sauerstoff oder der atmosphärischen Luft, denn das Blut gerinnt auch in Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure und bei vollständigem Abschluss der Luft; von der Temperatur innerhalb mittlerer Grenzen; von der Bewegung, denn die Gerinnung erfolgt im ruhenden und im bewegten Blute; das Blut gerinnt selbst trotz der Bewegung in Blutgefässen lebender Thiere, wenn Drähte oder andere fremde die Bewegung nicht hemmende Körper vorsichtig eingeführt werden. Anderseits gerinnt das Blut namentlich kaltblütiger Thiere nicht, wenn es in das Herz oder die grösseren Arterien eines kaltblütigen Thieres eingeführt wird, und durch Unterbindung jede Bewegung der Blutflüssigkeit aufgehoben ist. Unabhängig ist ferner die Gerinnung von der Menge des Faserstoffs im Blute, von der Gegenwart der Blutkörperchen, endlich von dem Bestehen oder Verlust der Muskel- und Nervenerregbarkeit.

Diesen negativen Momenten gegenüber ist aber von Brücke auch ein positives ermittelt. Brücke hat durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen, dass das Blut in den Gefässen durch die Einwirkung der Gefässwände flüssig erhalten werde, und dass es überall da gerinnt, wo Einfluss der Gefässwände.

es mit diesen nicht mehr in Berührung ist. Wenn auch im Allgemeinen dieser Satz auf dasselbe hinausläuft, wie der längst gekannte, dass das Blut gerinnt, wenn es dem Lebenseinflusse entzogen ist, denn die Fähigkeit der Gefässwandung, das Blut flüssig zu erhalten, ist eben eine vitale, so ist mit dem Nachweise, dass es gerade die Gefässwandung ist, welche die Gerinnung des Blutes hindert, doch jedenfalls ein Schritt vorwärts in der Erkenntniss des Vorgangs gethan.

Die Versuche, welche Brücke zur Begründung seines Satzes anstellte, sind von grossem Interesse. Wir führen daher die wichtigeren derselben kurz an: Brücke nahm Blut aus den Gefässen bei einer Temperatur von nahezu 0^0, setzte es der atmosphärischen Luft etwa 15 Minuten lang aus, füllte dann das Blut in das Herz oder ein grosses Gefäss des eben getödteten Thieres zurück, und hing das wohlzugebundene Gefäss in einen mit Wasserdampf gesättigten Luftraum von mittlerer Zimmerwärme. Auf diese Weise erhielt sich das Blut von Säugethieren im Herzen derselben 4 bis 5 Stunden lang, d. h. so lange flüssig, als das Herz seine Erregbarkeit behauptet. Ebenso blieb es flüssig in venösen oder arteriellen Gefässen.

Wenn Brücke das Blut von kaltblütigen Thieren in ähnlicher Weise im ausgeschnittenen Herzen derselben aufbewahrte, so blieb es an 8 Tage lang flüssig. Diesen Zeitunterschied erklärt Brücke durch den Unterschied in den Gerinnungszeiten beider Blutarten überhaupt. Dass nun aber bei dieser Aufbewahrungsweise des Blutes die Gerinnung in Folge einer Wirkung der Gefässwand ausbleibt, erschliesst Brücke aus folgenden Versuchen: liess Brücke irgend einen Tropfen des so flüssig erhaltenen Blutes austreten, so gerann es alsbald; brachte er dagegen Luft, Quecksilber oder andere fremde Körper zu dem Blute in das Gefäss, so gerann nur der kleine in der unmittelbaren Nachbarschaft des fremden Körpers liegende Theil des Blutes; schloss er endlich einen Theil des im Gefässe enthaltenen Blutes dadurch ab, dass er in das Blut ein Glasrohr schob, so gerann nur das in der an beiden Seiten offenen Glasröhre enthaltene Blut. — Die letzterwähnten Versuche sind auch besonders deshalb wichtig, weil sie zeigen, dass das Flüssigbleiben des Blutes von der Berührung mit der Gefässwand abhängig ist, und selbst fremde Körper nur locale Gerinnung zu bewirken vermögen, wenn diese Berührung nicht aufgehoben ist. Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der Brücke'schen Anschauung hat Lister durch die von ihm ermittelte Thatsache geliefert, dass Leichenblut in engen Gefässen länger flüssig bleibt wie in weiteren.

Speckhaut. Unter gewissen Umständen ist die Oberfläche des bei der Blutgerinnung sich ausscheidenden Blutkuchens von oben herab gesehen bis auf eine wechselnde Tiefe nicht roth, sondern graulich- oder auch wohl gelblichweiss, und zugleich an seiner oberen Fläche napfförmig ausgehöhlt. Diese obere ungefärbte Schicht desselben heisst man dann Speckhaut, Entzündungshaut, *Crusta inflammatoria*. Die älteren Aerzte haben auf diese Erscheinung einen gewissen diagnostischen Werth gelegt, und sie für ein Zeichen der Entzündung gehalten. Diess hat sich als vollkommen irrig erwiesen; obgleich es richtig ist, dass sie bei gewissen Krankheiten vorzugsweise eintritt, so kann sie doch nicht als für bestimmte Krankheitsformen charakteristisch angehen werden, denn sie beruht auf Verhältnissen, die unter den verschiedensten physiologischen und pathologischen Bedingungen eintreten können.

Wie die Versuche von J. Müller, H. Nasse, Henle und Polli

zur Evidenz dargethan haben, ist die Bildung der Speckhaut zunächst abhängig von der Gerinnungszeit des Blutes, und von dem Senkungsvermögen der Blutkörperchen. Die Blutkörperchen sind specifisch schwerer wie das Plasma, sie haben daher das Bestreben, sich zu senken und in der Flüssigkeit, in der sie sich befinden, ein Sediment zu bilden. Würde das Blut nicht gerinnen, und man liesse dasselbe einige Zeit lang ruhig stehen, so würde man in der That beobachten, dass die Blutkörperchen sich vollständig zu Boden setzen, wie sie es in der That auch in dem durch Schlagen vom Faserstoff befreiten Blute thun. So wie das Blut in einem Glase oder einem sonstigen Gefässe aufgefangen der Ruhe überlassen wird, beginnt sofort die Senkung der Blutkörperchen. Erfolgt aber nun die Gerinnung des Blutes, bevor die Blutkörperchen noch Zeit gefunden haben, sich um ein Bemerkbares zu senken, so ist der sich bildende Blutkuchen natürlich seiner ganzen Masse nach roth gefärbt, denn er hat überall, auch an seiner Oberfläche, Blutkörperchen gefunden, die er bei seiner Bildung einschliessen konnte. Verzögert sich dagegen die Gerinnung des Blutes aus irgend welchem Grunde, oder senken sich bei normaler Gerinnungszeit die Blutkörperchen rascher wie gewöhnlich, so ist im Momente der Gerinnung die obere Blutschicht bereits frei von Blutkörperchen, und die obere Fläche des Blutkuchens ist daher ungefärbt. — Dem Gesagten zufolge ist die Speckhaut abhängig: 1) von der verspäteten Gerinnung des Faserstoffs, 2) oder von der schnelleren Senkung der Blutkörperchen. — Alle jene Momente daher, welche die Gerinnung des Blutes zu verzögern, oder die Senkung der Blutkörperchen zu beschleunigen geeignet sind, werden die Bildung der Speckhaut begünstigen.

Die Momente, welche eine Verzögerung der Gerinnung des Faserstoffs veranlassen können, haben wir bereits besprochen, wir haben daher nur noch jene ins Auge zu fassen, welche auf eine raschere Senkung der Blutkörperchen einwirken können. Hier ist nun vor Allem des specifischen Gewichtes der Blutkörperchen Erwähnung zu thun. Wenn man bedenkt, dass die Blutkörperchen von einer Membran gebildete, und eine zähe Flüssigkeit enthaltende Bläschen sind, welche jedenfalls dichter ist, wie die umgebende Intercellularflüssigkeit, und dass zwischen der letzteren und den Bläschen beständig endosmotische Strömungen stattfinden, so wird man begreifen, dass ihr specifisches Gewicht eine variable Grösse darstellen muss. Nimmt das specifische Gewicht der Blutkörperchen zu, sei es, dass sie Wasser verlieren, oder sei es, dass ihr Gehalt an eisenreichem Farbstoff relativ zunimmt, so werden sie sich natürlich rascher senken. — Ebenso aber scheint auf die raschere Senkung derselben ihre zuweilen vermehrte Neigung zu wirken, aneinanderzukleben.

Auf die Bildung einer Speckhaut haben aber auch noch einige Nebenumstände Einfluss: die Form des Gefässes, in welchem die Gerinnung stattfindet; in hohen schmalen Gefässen erfolgt die Bildung einer Speckhaut leichter, — die Menge der Blutkörperchen; blutkörperchenarmes Blut (bei Chlorose, in der Schwangerschaft, nach wiederholten Aderlässen)

bildet viel leichter eine Crusta, wie ein an Blutkörperchen reiches. Von geringerem Einflusse, als man früher geglaubt hat, scheint die Menge des Faserstoffs zu sein.

Das Blut der Pferde bildet bei der Gerinnung fast constant eine Speckhaut; es erklärt sich dies aus dem Umstande, dass die Blutkörperchen des Pferdeblutes von allen untersuchten Blutarten das stärkste Senkungsvermögen besitzen. Wenn wir endlich auch im Blute bei Entzündungskrankheiten häufig eine Speckhaut beobachten, so können wir diese Erscheinung auf zwei Ursachen zurückführen: auf den grösseren Kohlensäuregehalt solchen Blutes (s. oben), wodurch die Gerinnung verzögert wird, und auf das grössere Senkungsvermögen der Blutkörperchen; indem nämlich das Blut bei Entzündungskrankheiten ärmer an Albumin wird, wird das Plasma specifisch leichter, und demgemäss das Blutkörperchen relativ schwerer.

Gerinnung des Blutes beim Schlagen. Geschlagenes Blut.

Ueberlässt man das Blut, so wie es aus der Ader kommt, nicht der Ruhe, sondern schlägt es einige Minuten lang mit einem Quirl, Besen oder Glasstabe, so gerinnt der Faserstoff in beinahe ungefärbten faserigen, auch wohl klumpigen Massen, die sich an den Quirl etc. anlegen. Das auf diese Weise seines Faserstoffs beraubte geschlagene Blut nennt man defibrinirtes Blut. Von dieser Eigenschaft macht man bei der quantitativen Analyse des Blutes Anwendung.

Verhalten des Blutes gegen chemische Agentien.

Von Weingeist, Mineralsäuren, Metallsalzen, Gerbsäure wird das frische Blut in einen dicklichen Brei verwandelt, und zwar in Folge der Einwirkung dieser Substanzen auf die Albuminate des Blutes; dasselbe geschieht durch Kochen des Blutes; es gerinnt dabei zu einer consistenten Masse. Chlorgas entfärbt das Blut, und verwandelt es in einen grünlich-gelben schmierigen Brei; Schwefelwasserstoff macht es ebenfalls missfarbig und zersetzt es unter Verdickung.

Leitet man in defibrinirtes und gewässertes Blut einen abwechselnden Strom von Sauerstoff- und Kohlensäuregas, so scheiden sich gewöhnlich sehr bald die Krystalle des Hämatokrystallins aus, indem sich anfänglich die Flüssigkeit trübt, und dann gewöhnlich zu einem dichten Krystallbrei erstarrt.

Das Blutserum gerinnt durch Kochen so wie das Blut, nur dass hier das Coagulum nicht roth ist; es wird endlich durch Weingeist, Mineralsäuren, Metallsalze und Gerbsäure ganz ebenso wie das Blut selbst gefällt. Trägt man Blutserum in kochendes Wasser ein, während man gleichzeitig durch ein paar Tröpfchen Essigsäure die alkalische Reaction des Serums wegnimmt, so gerinnt das Albumin des Serums in weissen, groben, leicht filtrirbaren Flocken, und das die Extractivstoffe enthaltende Filtrat ist vollkommen klar. Auch von diesem Verhalten macht man bei der quantitativen Analyse des Blutes, beziehungsweise der Bestimmung des Albumins Anwendung. Behandelt man in gleicher Weise defibrinir-

tes Blut, so erhält man ein braunrothes Coagulum, aus Albumin und Hämatoglobulin bestehend (Scherer's Bestimmung der Blutkörperchen).

Wird Blutserum stark mit Wasser verdünnt, so trübt es sich, und scheidet häufig nach einigem Stehen ein flockiges Sediment aus: Panum's Serumcasein, Lehmann's neutrales Natron-Albuminat.

Kocht man getrocknetes Blut ein paar Minuten lang mit Eisessig, so erhält man eine braunrothe Lösung, die alsbald schwärzlich wird, und ein im Sonnenlichte glänzendes Sediment absetzt, welches unter dem Mikroskop untersucht aus Häminkrystallen besteht (vgl. S. 170). Wir werden auf die praktische Wichtigkeit dieser Thatsache weiter unten näher eingehen.

Verkohlt man getrocknetes Blut, und äschert die erhaltene Kohle bei mässiger Hitze ein, so erhält man eine von Eisenoxyd roth gefärbte Asche. Eine noch eisenreichere Asche erhält man, wenn man das gepulverte Blut mit schwefelsäurehaltigem Alkohol auskocht, und den dunkelrothen Auszug abdampft und einäschert.

Verhalten des Blutes gegen Gase. Die den Gehalt des Blutes an Gasen: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, betreffenden physiologisch-chemischen Verhältnisse haben wir bereits im zweiten Abschnitte (S. 59) eingehend erörtert. Wir haben daher hier nur zusammenzufassen, und Einiges über das Verhalten des Blutes gegen dem Blute als solchem nicht zukommende Gase hinzuzufügen. Das Blut vermag von Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure gewisse Volumensmengen zu absorbiren, wenn es mit diesen Gasen geschüttelt wird. Dabei erscheint es bemerkenswerth, dass ein Gas durch das andere, Kohlensäure durch Sauerstoff, und Sauerstoff durch Kohlensäure ausgetrieben werden kann. Nach den Versuchen von L. Meyer ist ein Theil des in das Blut aufgenommenen Sauerstoffs unabhängig vom Druck durch eine gewisse chemische Anziehung, wahrscheinlich der Blutkörperchen, gebunden, während ein anderer kleinerer dem Bunsen-Dalton'schen Absorptionsgesetze folgt. Die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs wechselt mit dem Gehalte des Blutes an Wasser. Die chemische Anziehung, vermöge deren ein Theil des Sauerstoffs von gewissen Blutbestandtheilen zurückgehalten wird, ist übrigens eine sehr lose, da bei aufgehobenem Druck im Vacuum der ganze Sauerstoffgehalt entweicht. Durch Ansäuern des Blutes scheint die lockere Verbindung in eine innigere überzugehen, da dann der Sauerstoff durch Evacuiren nicht mehr ausgetrieben wird.

Verhalten des Blutes gegen Gase.

Auch die Menge der vom Blute absorbirbaren Kohlensäure wechselt mit dem Druck, und man muss auch hier annehmen, dass ein Theil derselben unabhängig vom Druck, ein anderer aber proportional demselben aufgenommen wird. Die Quantität der letzteren kommt mit derjenigen Menge nahe überein, welche reines Wasser absorbiren würde. Es ist übrigens bemerkenswerth, dass aus einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure weit mehr unabhängig vom Druck aufgenommen wird, als sich im Blute vorfindet. Doch haben die Versuche von Setschenow gezeigt, dass

die freie durch Wärme und verminderten Luftdruck abscheidbare Kohlensäure im Arterienblut um das Drei- bis Vierfache grösser sei, als man bisher angenommen hat. Die Löslichkeit des Blutes für Kohlensäure ist wesentlich durch das Serum bedingt, obgleich möglicherweise auch die Blutkörperchen einen Antheil daran haben. Da aber das Serum nicht mehr Sauerstoffgas zu absorbiren im Stande ist, als reines Wasser, so muss das ansehnliche Absorptionsvermögen des Blutes für dieses Gas durch die Blutkörperchen bedingt sein (vgl. S. 61).

Nach den Versuchen von Setschenow nimmt das Blut auch mehr Stickstoffgas auf, als dem Absorptionscoëfficienten desselben für reines Wasser entspricht. Da nun aber nach Fernet's Angaben das Blutserum sich zum Stickstoff ebenso wie Wasser verhält, so muss man, die Richtigkeit der Beobachtungen von Setschenow vorausgesetzt, daraus schliessen, dass auch an der Stickstoffabsorption die Blutzellen sich betheiligen.

Verhalten des Blutes gegen Kohlenoxydgas.

Das Absorptionsvermögen des Blutes für Kohlenoxydgas ist gleich dem für Sauerstoff. So wie letzterer wird auch Kohlenoxydgas zum Theil unabhängig vom Drucke, sonach durch eine chemische Anziehung absorbirt. Es wird endlich der im Blute chemisch gebundene Sauerstoff durch ein gleiches Volumen Kohlenoxyd verdrängt, wenn man mit Sauerstoff gesättigtes Blut mit Kohlenoxydgas behandelt. Dieses Verhalten ist deshalb von praktischer Wichtigkeit, weil es die tödtliche Wirkung des Kohlenoxydgases sehr einfach erklärt, da jedes Theilchen Kohlenoxydgas ein gleiches Volumen Sauerstoff aus dem Blute austreiben muss. Die Verbindung, welche irgend ein Blutbestandtheil mit dem Kohlenoxydgas eingeht, ist nach den Resultaten der Versuche L. Meyer's jedenfalls eine innigere, wie die des Sauerstoffs, da sie weder durch Sauerstoff noch durch ein anderes Gas aufgehoben werden kann. Welcher Blutbestandtheil die chemische Anziehung auf das Kohlenoxydgas ausübt, konnte bisher nicht ermittelt werden. Wenn man Blut, welches Kohlenoxydgas absorbirt hält, mit einer Lösung von 1 Thl. Aetznatron in 4 bis 6 Thln. Wasser mengt, so färbt sich das Blut zinnoberroth, während gewöhnliches oder mit irgend einem anderen Gase imprägnirtes Blut eine fast schwarze Masse bildet, die in dünnen Lagen braunroth erscheint (Hoppe).

Gegen Arsen- und Antimonwasserstoffgas.

Durch Arsenwasserstoffgas wird arterielles wie venöses Blut eigenthümlich ockerbraun gefärbt; auch defibrinirtes Blut nimmt ausserhalb des Organismus diese Farbe an, wenn Arsenwasserstoffgas in selbes eingeleitet wird. Schütteln mit Luft stellt die ursprüngliche Farbe nicht wieder her, und ebenso wenig wird dadurch das Arsenik aus dem Blute entfernt. Es scheint also auch hier die Absorption durch eine chemische Anziehung bewirkt zu werden. Eine andere Wirkung des Arsenwasserstoffgases ist die, das Hämatoglobulin aus den Blutzellen in das Serum und von da in die Secrete übertreten zu machen. Antimonwasserstoffgas äussert eine ähnliche aber minder energische Wirkung auf das Blut. Das damit gesättigte Blut nimmt ebenfalls keinen Sauerstoff mehr auf.

Eine eigenthümliche Einwirkung auf die Farbe des Blutes äussern auch gewisse Gase des Blutes, sowie der Gasgehalt desselben überhaupt. Es ist eine schon seit lange bekannte Thatsache, dass Sauerstoff das Blut hellroth, und Kohlensäure dunkel färbt. In dünnen Schichten erscheint arterielles oder mit Sauerstoff imprägnirtes Blut schön scharlachroth oder hellgelbroth, venöses oder mit Kohlensäure, Wasserstoff oder Stickstoff imprägnirtes dagegen purpurfarben, in den dünnsten Schichten grün; mit Kohlensäure imprägnirtes Blut sowie venöses ist daher dichroitisch. Auch so stark gewässertes Blut, dass es unter dem Mikroskop keine rothen Blutkörperchen mehr zeigt, wird durch Sauerstoff lichter, durch Kohlensäure dunkler gefärbt. Das schwefligsaure Gas wirkt auf die Blutfarbe ähnlich, wie die Kohlensäure, während, wie bereits oben erwähnt wurde, Kohlenoxydgas das Blut zinnoberroth färbt. Wird venöses Blut bei einer Temperatur von 35° bis 45° C. so lange unter der Lupftpumpe gekocht, bis das grossblasige Schäumen aufgehört hat, so zeigt es in dünnen Schichten eine grüne, in dickeren eine noch rothe Farbe. Wird es aber durch fortgesetztes Evacuiren vollkommen gasfrei gemacht, so hat es in einer Schicht von 2 bis 3 Cm. Dicke vollständig schwarze Farbe, und nimmt dann auch durch Absorption von Sauerstoff wohl eine dunkelrothe, aber keine hellrothe Farbe mehr an (Setschenow).

Einfluss der Gase auf die Farbe des Blutes.

Schüttelt man Blut einige Minuten lang mit Kohlensäure, so nimmt es eine dunkle Farbe an, und wird dichroitisch. Der Dichroismus verliert sich aber sofort durch Einwirkung von Sauerstoffgas. Schüttelt man dagegen stark mit Wasser verdünntes Blut 15 Minuten lang mit Kohlensäure, so wird das Blut braun, und die rothe Färbung kann ihm durch Zufuhr von Sauerstoff nicht wieder gegeben werden (Brücke, Heidenhain).

Es scheint am Geeignetsten, hier das anzuknüpfen, was über die Ursachen der verschiedenen Färbungen des Blutes entweder festgestellt, oder doch behauptet ist. Es kann als ausgemacht gelten, dass die Farben des Blutes, welche es unter verschiedenen Einwirkungen zeigt, jedenfalls zum Theil auf Rechnung physikalischer und nicht chemischer Verhältnisse zu setzen sind, und zwar auf Rechnung der Gestaltveränderungen der Blutkörperchen. So ist es mindestens wahrscheinlich, dass die hellrothe Färbung, welche das Blut auf Zusatz von Neutralsalzen, von Zuckerlösung und ähnlichen Stoffen annimmt, dadurch veranlasst wird, dass durch diese Stoffe den Blutkörperchen Wasser entzogen wird, und dieselben sich dadurch contrahiren und die Gestalt von concaven Hohlspiegeln bis zu einem gewissen Grade annehmen, während sich umgekehrt die dunklere Färbung, welche das Blut auf Zusatz von Wasser, Aether und verdünnten Säuren annimmt, dadurch erklären liesse, dass diese Stoffe die Blutkörperchen aufquellen machen, und sie dadurch mehr sphärisch geworden als convexe Hohlspiegel das Licht mehr zerstreuen; doch spricht gegen diese Interpretation die Thatsache, dass auch das Blut der Amphibien, welches biconvexe Blutkörperchen enthält, durch neutrale Salze und Zuckerlösung hellroth gefärbt wird.

Ursachen der verschiedenen Färbungen des Blutes.

Auch die Dichtigkeit und die Faltung der Hüllenmembranen der Blutkörperchen scheint auf die Färbung des Blutes Einfluss zu äussern, wofür man geltend macht, dass der in den Blutkörperchen eingeschlossene rothe Farbstoff um so mehr mit seiner natürlichen dunkelrothen Farbe durchscheinen wird, je dünner die Hülle ist, und umgekehrt. Aus dieser Anschauung würde sich auch die Thatsache ungezwungen erklären lassen, dass Stoffe, welche die Hüllenmembran sprengen oder auflösen, wie Essigsäure, Alkalien, das Blut dunkelroth machen, indem sich dann der Blutfarbstoff mit seiner natürlichen Farbe im Plasma auflöst (Lehmann). Welcher Art die chemischen Verhältnisse sind, die auf die Färbung des Blutes Einfluss äussern, ist unbekannt; das, was wir eben über das Verhalten des Blutes gegen Sauerstoff und Kohlensäure angeführt haben, macht es mindestens wahrscheinlich, dass hier die chemische Anziehung, welche vom Blute unzweifelhaft auf diese beiden Gase ausgeübt wird, mit ins Spiel kommt, und dasselbe scheint für das Kohlenoxydgas zu gelten. Physiologen geben übrigens an, dass Sauerstoff die Blutkörperchen contrahire, Kohlensäure sie dagegen aufquellen mache, so dass sich allein schon daraus die hellere Farbe des mit Sauerstoff und die dunklere des mit Kohlensäure imprägnirten Blutes erklären würde.

Chemisches Verhalten der Blutkörperchen.

Chemisches Verhalten der Blutkörperchen.

Es gelingt nicht, die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere auf mechanischem Wege: durch Filtration von dem Blutplasma zu trennen; sie gehen bei dieser Operation grösstentheils durch das Filter durch. Froschblut lässt sich dagegen, wie J. Müller gezeigt hat, filtriren.

Wenn man dagegen defibrinirtes (geschlagenes Blut) wo möglich noch warm mit dem fünf- bis sechsfachen Volumen einer kalt gesättigten Lösung von schwefelsaurem Natron vermischt, so nimmt das Blut sofort eine hellrothe Färbung an, und lässt sich nun filtriren; d. h. die Blutkörperchen bleiben dann grösstentheils auf dem Filter zurück, und es läuft eine nur schwach röthlich gefärbte Flüssigkeit durch. Noch besser gelingt es, die Blutkörperchen auf dem Filter zurückzuhalten, wenn man, während sich das Blut auf dem Filter befindet, in selbes einen Strom von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft leitet, so dass die Blutkörperchen auf dem Filter in beständiger Bewegung erhalten werden; was jedoch auf dem Filter zurückbleibt, kann natürlich nicht mehr als vollkommen unveränderte Blutkörperchen angesehen werden.

Die Hüllenmembran der Blutkörperchen ist in Wasser nicht löslich. Durch Wasser werden die Blutkörperchen aufgequollen, fast kugelförmig und kreisrund, wobei ihre Contouren mehr und mehr verblassen, während die umgebende Flüssigkeit ein gelbliches Ansehen gewinnt. Zuletzt wird das Blutkörperchen vollkommen entfärbt und so blass, dass es

nur bei starker Vergrösserung und beschattetem Gesichtsfeld sichtbar gemacht werden kann, endlich platzt die Hülle. Fügt man dann Jodlösung zu dem Object, so färben sich die Reste der Hüllen gelb und werden dadurch sichtbar. Auch ätzende Alkalien und verdünnte Essigsäure bewirken keine Lösung der Hüllenmembran, sondern nur ein starkes Aufquellen, zerstören aber den Inhalt. Salpetersäure vermag die Hüllenmembran ebenso wenig zu lösen. Dagegen löst sich die Hülle der Blutkörperchen in einer Auflösung von Galle oder gereinigtem glyko- und taurocholsauren Natron ziemlich rasch. Die Thatsache (W. Kühne), dass nach der Injection von Gallenlösung ins Blut der Harn hämatinhaltig wird, findet hierin seine vollkommen genügende Erläuterung.

Zunächst auf den Inhalt der Blutkörperchen wirken Alkohol, Gerbsäure, Chromsäure, Kreosot und gewisse Metallsalze; sie bringen die Albuminate, die darin gelöst sind, zur Gerinnung.

Leitet man in defibrinirtes und gewässertes Blut einen abwechselnden Strom von Sauerstoff und Kohlensäuregas, so scheiden sich, wie bereits oben bemerkt wurde, die Krystalle des Hämatokrystallins aus. Diese so ausgeschiedenen Krystalle, die offenbar aus dem Inhalte der Blutkörperchen entstehen, schliessen viel Hüllenmembran ein, welche man durch Behandlung mit schwachem Weingeist und Wasser isoliren kann; man erhält sie dann als eine weisslich-graue, klebrige Masse.

Zerstörend wirkt endlich auf die Blutkörperchen Arsen- und Antimonwasserstoffgas.

Eine merkwürdige, den Blutkörperchen zukommende Eigenschaft ist die, dass sie die Oxydation von Körpern durch activen Sauerstoff vermitteln helfen, namentlich die Uebertragung des Ozons vom ozonisirten Terpentinöl oder von Bittermandelöl auf Guajaktinctur, auf Jodkalium (Schönbein). Diese Wirkung, welche sie übrigens auch im trockenen Zustande äussern, theilen sie mit Eisenoxydulsalzen und anderen Stoffen. Auf die physiologische Wichtigkeit dieser Thatsache haben wir bereits am anderen Orte (S. 63) hingewiesen.

Dass das Absorptionsvermögen des Blutes für Gase, zunächst für Sauerstoff, Kohlensäure, Stickstoff und Kohlenoxyd, wenigstens zum Theil durch die Blutkörperchen vermittelt wird, haben wir bereits erörtert.

Wenn man die mittelst Vermischung des Blutes mit Glaubersalzlösung auf einem Filter gesammelten Blutkörperchen mit lauem Wasser behandelt, so lösen sie sich vollständig zu einer rothen Flüssigkeit, wobei es allerdings noch zu entscheiden wäre, ob dabei auch die durch die Salzlösung veränderten Hüllenmembranen mit in Lösung gehen, oder ob sie auf dem Filter zurückbleiben. Die rothe Lösung unter Zusatz eines Tröpfchens Essigsäure zum Kochen erhitzt, scheidet ein rothbraunes Coagulum aus, welches aus Globulin und dem Farbstoff des Blutes: Hämatin, besteht. Ein Theil der anorganischen Salze der Blutkörperchen sowie der Extractivstoffe bleibt jedenfalls gelöst, während ein anderer

Theil des Blutkörpercheninhalts wahrscheinlich durch die Behandlung des Blutes mit Glaubersalzlösung denselben entzogen wurde (s. unten).

Zieht man die auf die gedachte Weise erhaltenen und isolirten Blutkörperchen mit Aether aus, so erhält man ein phosphorhaltiges Fett, welches 22 Proc. einer Asche hinterlässt, die aus saurem phosphorsaurem Kalk besteht. Durch Einäschern der Blutkörperchen erhält man eine rothe an Eisenoxyd und phosphorsaurem Kali reiche Asche.

Chemisches Verhalten des Blutplasmas.

Chemisches Verhalten des Blutplasmas.

Das chemische Verhalten des Blutplasmas ist das des Serums, wenn sich daraus der Faserstoff bereits abgeschieden hat. Wir haben nicht nöthig, hier länger zu verweilen, da wir das Wesentliche bereits unter dem Allgemeinen chemischen Verhalten des Blutes angeführt haben.

Chemisches Verhalten der Lymphkörperchen.

Chemisches Verhalten der Lymphkörperchen.

Ueber die chemischen Bestandtheile der Lymphkörperchen oder farblosen Blutzellen weiss man sehr wenig positives, was mindestens theilweise in der Schwierigkeit begründet ist, sich ein zu einer eingehenderen Untersuchung genügendes Material in einigermassen reinem Zustande zu beschaffen. Bei dem sparsamen Vorkommen der Lymphkörperchen im Blute, indem sie noch überdiess mit den rothen Blutkörperchen gemengt sind, ist an eine Isolirung derselben nicht zu denken, aber auch aus der Lymphe, dem Schleim und dem Eiter hat man sie noch nicht zu isoliren vermocht. Alles, was wir über ihr chemisches Verhalten wissen, beschränkt sich daher auf mikroscopische unter dem Mikroscop angestellte Reactionen.

Die Lymphkörperchen bestehen sowie die rothen Blutkörperchen aus einer Hüllenmembran, und einem wahrscheinlich halbflüssigen Inhalte. In Folge der durch die Hüllenmembran erfolgenden endosmotischen Strömungen quellen sie auf Zusatz von Wasser stark auf, die granulöse Beschaffenheit der Hüllenmembran verschwindet, die Kerne treten deutlich hervor, und einzelne Körperchen platzen auch wohl. Aehnlich wie Wasser wirken sehr verdünnte Säuren. Lösungen von Natronsalzen machen die Lymphkörperchen zusammenschrumpfen, ätzende Alkalien, Galle, sowie Lösungen glyco- und taurocholsaurer Alkalien lösen sie rasch auf. Hüllenmembran, Kernsubstanz und Inhalt scheinen nach ihrem Verhalten gegen Jod, Salpetersäure und dem Millon'schen Reagens zu schliessen, aus Albuminaten oder Albuminoiden zu bestehen. Als Bestandtheil der Lymphkörperchen ist endlich auch Fett nachgewiesen. Ueber das Verhalten der farblosen Blutkörperchen gegen Gase ist nichts bekannt.

Quantitative Zusammensetzung des Blutes.

Bereits im Eingange zur Chemie des Blutes wurde erwähnt, dass zwischen dem Inhalte der Blutgefässe einerseits, und den Geweben und Organen anderseits ein beständiger Stoffaustausch stattfindet, es ist daher das Mischungsverhältniss der Bestandtheile des Blutes der Natur der Sache nach ein wechselndes, es ist ein verschiedenes nicht nur in den verschiedenen Gefässbezirken, sondern je nach der Zeit, in welcher die Zusammensetzung bestimmt wird, auch in einem und demselben Gefässbezirke. Auch in dem Falle, dass wir genaue Methoden der quantitativen Scheidung der Blutbestandtheile besässen, würden die durch diese Methoden erhaltenen Zahlen in physiologischer Beziehung einen nur sehr bedingten Werth besitzen, denn jede solche Analyse wäre nur ein Ausdruck für die Zusammensetzung des Blutes in einem gegebenen Zeitabschnitt, und unter bestimmten gegebenen Verhältnissen. Es ist ferner klar, dass die Physiologie von ihrem Standpunkte aus sich principiell nie mit einer chemischen Analyse des Gesammtblutes begnügen kann, nachdem sie nachgewiesen hat, dass zwei wesentlich verschiedene Objecte gegeben sind: die aufgeschwemmten Formbestandtheile und das Plasma; sie muss daher von der Chemie einen Ausdruck für die Zusammensetzung jeder dieser beiden anatomischen Blutbestandtheile fordern. Blutanalyse.

Leider hat die Chemie bis nun allen diesen Anforderungen zu genügen nicht vermocht. Die Methoden, deren wir uns zur quantitativen Scheidung der Blutbestandtheile bedienen, sind an und für sich ziemlich unvollkommen, und besitzen nur ausnahmsweise jenen Grad von Genauigkeit, den der Chemiker in der anorganischen Chemie von seinen Methoden beansprucht; es sind nur die Hauptbestandtheile des Gesammtblutes, die wir mit einiger Sicherheit zu bestimmen vermögen, und eine erheblichen principiellen Bedenken nicht unterliegende Methode der quantitativen Bestimmung der Blutkörperchen und ihrer Bestandtheile fehlt noch gänzlich. Da es nicht möglich ist, die Blutkörperchen auf mechanischem oder chemischem Wege von dem Plasma scharf und ohne Zersetzung zu trennen, so ist die Bestimmung der Blutkörperchen stets eine indirecte; man bestimmt als Blutkörperchen entweder nur die coagulablen Bestandtheile oder die festen Bestandtheile derselben, und wenn man versuchte, ihren Wasser- und Salzgehalt, das Fett, was sie enthalten, und die Salze, die sie mit dem Plasma theilen, zu bestimmen, so ging man dabei von mehr oder weniger hypothetischen Voraussetzungen und indirecten Berechnungen aus, die zwar den Werth dieser Methode nicht gänzlich aufheben, aber ihn doch wesentlich beschränken. Einzelne Blutbestandtheile endlich, wie Zucker, Harnstoff, Kreatin und

Kreatinin, sind im Blute in der Regel in so geringer Menge enthalten, dass an ihre quantitative Bestimmung vor der Hand überhaupt nicht zu denken ist, oder dieselbe, wie diess für Zucker und Harnstoff gilt, nur in Ausnahmsfällen ausgeführt werden kann.

Diejenigen Blutbestandtheile, deren quantitative Bestimmung mit einiger, zum Theil sogar mit grosser Genauigkeit ausgeführt werden kann, sind: Wasser, Albumin, Faserstoff, coagulable Bestandtheile der Blutkörperchen, Fette und anorganische Salze. Wir haben bereits zugestanden, dass der gegenwärtige Standpunkt der Blutanalyse sehr viel zu wünschen übrig lässt, und dass die Physiologie die Chemie dafür verantwortlich machen muss, allein man hat in dem Gefühle getäuschter Hoffnung das richtige Maass verloren, und weil die Blutanalyse eine noch unvollkommene ist, ihr allen Werth absprechen wollen, wozu man um so weniger berechtigt war, als man an dieselbe Hoffnungen geknüpft hatte, an deren Nichtrealisirung die Chemie, wenigstens zum Theil, unschuldig war, und deren Realisirung man bei ruhiger Ueberlegung von der Blutanalyse überhaupt nicht erwarten konnte. So weit auch die für die Physiologie und Pathologie verwerthbaren Resultate der zahlreichen Blutanalysen hinter der Erwartung zurückgeblieben sind, so haben Physiologie und Pathologie daraus doch mancherlei Nutzen gezogen, und werden auch fortan noch Nutzen ziehen können, wenn die gestellte Frage überhaupt bei den vorhandenen Mitteln eine Beantwortung auf chemischem Wege zulässt.

Methoden der Blutanalyse.

Eine ausführliche Beschreibung der Methoden der Blutanalyse gehört in analytische Lehr- und Handbücher, auf welche wir hiermit verweisen.

Wir geben daher in Nachstehendem nur die Grundzüge der bewährteren Methoden und namentlich auch derjenigen, die zu grösseren Reihen von Untersuchungen gedient haben, und knüpfen daran einige allgemeine Bemerkungen.

Diese Methoden sind die von Becquerel und Rodier, von Scherer, von Figuier und Dumas, von C. Schmidt und von F. Hoppe.

Methode von Becquerel und Rodier.

Methode von Becquerel und Rodier. Man fängt das Blut aus der Ader unmittelbar in zwei Parthieen auf. Die eine Parthie wird in einem Cylinderglase aufgefangen, dessen Gewicht sammt dem zugehörigen Glasstabe genau bestimmt ist, mittelst des Glasstabes so lange gequirlt, bis sich der Faserstoff abgeschieden hat, dann genau sammt Glas und Glasstab gewogen. Diese Parthie dient zur Bestimmung des Faserstoffs, des Wassers, der festen Stoffe und der anorganischen Salze. Die zweite Parthie sammelt man in einem Cylinder, der verschlossen werden kann, und überlässt sie der Coagulation. Sie dient zur Bestimmung der Serumbestandtheile, sowie zur Ermittelung der physikalischen Eigenschaften des Blutkuchens, Serums u. s. f.

Bestimmung des Faserstoffs. Man bringt den ausgeschiedenen Faserstoff auf einen Leinwandlappen; bildet aus letzterem ein Säckchen, bindet selbes über dem Faserstoffe fest zu, legt es in Wasser, knetet so lange, bis das Wasser sich nicht mehr roth oder röthlich färbt, und der Faserstoff ganz weiss geworden ist, entfernt ihn hierauf vorsichtig von dem Läppchen, bringt ihn auf ein Uhrglas oder in ein Schälchen, trocknet ihn bei 110° C., so lange er noch Gewichtsverlust erleidet, und wägt ihn.

Bestimmung der festen Stoffe, des Wassers und der anorganischen Salze. Eine gewogene Menge defibrinirtes Blut wird in einem tarirten Porzellanschälchen im Wasserbade abgedampft, und der Rückstand im Luftbade bei 110° C. so lange getrocknet, als noch Gewichtsabnahme stattfindet. Der Rückstand entspricht den festen Stoffen des Blutes mit Ausnahme des Faserstoffs. Addirt man letzteren, der bereits bestimmt wurde, den festen Stoffen zu, die auf 1000 Theile berechnet sind, so erhält man das Wasser des Blutes, indem man die festen Stoffe von 1000 abzieht; die Differenz ist gleich dem Wassergehalte des Blutes. Zur Bestimmung der Gesammtmenge der anorganischen Salze wird der getrocknete Blutrückstand eingeäschert, und die Asche gewogen.

Bestimmung der Serumstoffe. Von der zweiten Parthie Blut, welche der freiwilligen Gerinnung überlassen wurde, entfernt man das Serum durch vorsichtiges Abgiessen, und bestimmt mit einem Theil desselben Wasser und feste Stoffe in derselben Weise wie beim defibrinirten Blute.

Bestimmung der Extractivstoffe und löslichen Salze. Der trockene Serumrückstand wird gepulvert, und so lange mit kochendem Wasser behandelt, als letzteres noch etwas auflöst. Ist der Rückstand erschöpft, so bringt man ihn auf ein getrocknetes und gewogenes Filter, und trocknet ihn bei 110° C. mit dem Filter so lange, als er noch an Gewicht abnimmt. Das Gewicht des Rückstandes erfährt man durch Abziehen des bekannten Gewichtes des Filters. Der Gewichtsverlust, welchen der Serumrückstand durch die Behandlung mit kochendem Wasser erlitten hat, ist gleich dem Gewichte der Extractivstoffe und löslichen Salze.

Bestimmung des Fettes und Albumins. Das mit Wasser vollständig erschöpfte Serumpulver wird mit heissem Weingeist vollkommen ausgezogen. Der Gewichtsverlust, welchen der Rückstand durch die Behandlung mit kochendem Weingeist erlitten hat, ist gleich den Fetten des Serums. Das Gewicht des Rückstandes entspricht dem Gewichte des Albumins.

Bestimmung der Blutkörperchen. Die Bestimmung der Blutkörperchen ist nach der Methode von Becquerel und Rodier eine indirecte. Man geht dabei von der Voraussetzung aus, dass alles im Blute enthaltene Wasser dem Serum angehöre, dass also mit anderen Worten das Wasser des Serums gleich sei dem Wasser des Blutes; das Wasser des Serums verhält sich dann zum Rückstand des Serums, wie das Wasser des Blutes zum Serumrückstand. Ist dieser auf solche Weise gefunden, so zieht man sein Gewicht ab vom Rückstand des defibrinirten Blutes, und erhält als Differenz das Gewicht der trockenen Blutkörperchen.

Trennung der anorganischen Salze. Der Rückstand von etwa 15 bis 20 Grm. vorher genau gewogenen Blutes wird in einem Porzellantiegel verkohlt und die erhaltene Kohle gepulvert.

Die gesammte Menge der anorganischen Stoffe behandelt man so lange mit kochendem Wasser, als sich noch etwas auflöst, filtrirt durch ein kleines feines Filter von schwedischem aschenfreien Filtrirpapier, wäscht vollständig aus, trocknet, wägt,

zieht das bekannte Gewicht des bei 120° C. getrockneten Filters ab, und glüht de Rückstand sammt dem Filter in einem gewogenen Porzellantiegel. Die noch rück ständige Kohle verbrennt dabei vollständig, ihr Gewicht ist gleich dem Gewichts verlust, welchen die unlöslichen getrockneten Salze beim Glühen erlitten haben. Da Gewicht des geglühten Rückstandes ist gleich dem Gewicht der unlösliche Salze.

Das Gesammtgewicht der löslichen Salze erfährt man, wenn man von de Menge der Aschenbestandtheile + Kohle das Gewicht der letzteren abzieht, sodann vor Reste, welcher gleich ist dem Gewichte der kohlenfreien Asche, das Gewicht der un unlöslichen Salze. Die Differenz entspricht natürlich den lösliche Salzen.

Die von den unlöslichen Salzen abfiltrirte wässerige Lösung, welche mit der Waschwasser vereinigt ist, enthält alle in Wasser löslichen Salze. Man concentrir sie auf dem Sandbade, macht mit Salpetersäure sauer und fällt mit salpetersaurer Silberoxyd. Das gefällte Chlorsilber wird nach den Regeln der Analyse weiter be handelt und gewogen. Aus seinem Gewichte berechnet man das Chlornatrium. Zieh man das so gefundene Chlornatrium vom Gewicht der sämmtlichen löslichen Salz ab, so erhält man das Gewicht der übrigen löslichen Salze.

Methode von Scherer.

Methode von Scherer. Das in zwei Cylindergläsern aufgefangene Blut wir mit Glasplatten bedeckt, um die Verdunstung des Wassers möglichst zu verhinder und sodann der vollständigen Gerinnung überlassen. Ist diese erfolgt, so wird di Adhäsion des Blutkuchens zu den Rändern des Glases durch vorsichtiges Ablöse aufgehoben, um die Zusammenziehung des Blutkuchens, und dadurch die Ausschei dung des Serums zu befördern. Die Analyse zerfällt nun in die Analyse des Serum und in die Analyse des Gesammtblutes.

A. Analyse des Serums.

Von der einen Blutportion wird das Serum vorsichtig abgegossen und in zw Hälften getheilt. A. und B.

1. Bestimmung des Wassers, der festen Stoffe und der anorganische Bestandtheile.

Eine Hälfte des Serums: A. oder eine Parthie davon, wird in ein vorher gena gewogenes Porzellanglühschälchen gebracht, das Schälchen sammt dem Serum ge wogen, und zwar so rasch wie möglich, das Gewicht des Schälchens allein von den Gewicht des Schälchens + Serum abgezogen, und dadurch die Menge des zur Be stimmung verwendeten Serums gefunden.

Das Schälchen sammt dem Serum wird im Sand- oder Wasserbad vorsichti bis nahe zur Trockne eingedampft, dann aber in ein Luftbad gebracht, und dort be einer Temperatur von 110° C. so lange getrocknet, bis es, wiederholt gewogen, nich mehr an Gewicht abnimmt.

Das Gewicht des Schälchens vom Gewicht des Schälchens + Serumrückstan abgezogen ergiebt die Menge des Rückstandes, das Gewicht des Rückstandes vom Gewicht des ursprünglich angewandten Serums subtrahirt jene des Wassers.

Der Serumrückstand wird nun mit dem Schälchen vorsichtig, um Ueberstei gen der sich zuweilen aufblähenden Masse zu verhüten, verkohlt, dann aber bi

zur vollständigen Verbrennung der Kohle mit daran gelegtem Deckel stärker erhitzt. Ist alle Kohle verbrannt, so lässt man das Glühschälchen vollständig abkühlen und wägt. Was die Asche mehr wiegt, als das Gewicht des Schälchens beträgt, wird als anorganische Salze des Serums in Rechnung gebracht.

2. Bestimmung des Eiweisses, der Extractivstoffe und löslichen Salze.

Die zweite Hälfte des Serums B. oder eine Parthie davon, etwa 4 bis 5 Grm., wird in einem vorher genau tarirten Gläschen abgewogen, das Gewicht des Gläschens vom Gewicht des Gläschens + Serum abgezogen und wie folgt weiter verfahren.

In einer etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Unzen fassenden Porzellanschale werden ungefähr 15 bis 20 Grm. destillirtes Wasser durch eine darunter gestellte einfache Gas- oder Weingeistlampe zum vollständigen Kochen gebracht; das abgewogene Serum wird nun mit der Vorsicht, dass kein Verlust stattfindet, hineingegossen (während das Wasser noch kocht), das Gläschen noch einige Male mit kleinen Mengen Wassers ausgespült, und das Spülwasser zu dem übrigen Serum gebracht. Man lässt nun das Ganze wieder zum vollständigen Kochen kommen, und spritzt vorsichtig mit einem in Essigsäure getauchten Glasstäbchen so lange Tröpfchen Essigsäure in die Flüssigkeit, bis eine vollständige grossflockige Gerinnung des Albumins eingetreten ist, und das Wasser klar und hell sich von dem coagulirten Eiweiss trennt. Das Coagulum wird durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt, mit Wasser vollständig ausgewaschen, und nach Beendigung des Auswaschens das Filtrat sammt den Waschwassern zur Bestimmung der Extractivstoffe und löslichen Salze verwendet.

Das coagulirte Albumin wird noch feucht vom Filter genommen, auf ein genau gewogenes Uhrglas gebracht, bei 110° C. getrocknet und gewogen. Zieht man von dem Gewichte des Uhrglases + getrocknetes Albumin jenes des Uhrglases ab, so erhält man das Gewicht des Albumins.

Die vom coagulirten Albumin abfiltrirte Flüssigkeit wird in einer Porzellanschale abgedampft, der Rückstand sorgfältig in ein Porzellanglühschälchen gebracht, im Luftbade getrocknet und gewogen. Das Gewicht nach Abzug des Schälchens entspricht jenem der Extractivstoffe und Salze. Glüht man diesen Rückstand, so erhält man das Gewicht der löslichen feuerbeständigen Salze. Durch Abziehen der löslichen Salze von dem Gesammtgehalte des Serums an Salzen kann die Menge der unlöslichen gefunden werden.

B. Analyse des Gesammtblutes.

Das im zweiten Gläschen aufgefangene und vollkommen geronnene Blut wird sorgfältig in ein tarirtes Gefäss übergeleert und gewogen.

Diese zweite Portion des Blutes dient zur Bestimmung des Faserstoffs, der festen Theile des ganzen Blutes, der Salze, der Blutkörperchen, des Eiweisses, der Extractivstoffe des ganzen Blutes und, wo es von Interesse ist, auch des Fettgehaltes.

1. Bestimmung des Faserstoffs.

Ueber eine entsprechend grosse Porzellanschale spannt man ein Stück starker, nicht zu grober Leinwand, bringt das gesammte (gewogene) Blut — Blutkuchen

und Serum — darauf, fasst nun die vier Enden des Leinwandläppchens zusammen, bildet dadurch ein Säckchen, bindet selbes über dem Blutkuchen mittelst starken Bindfadens fest und mit der Vorsicht zu, dass nichts vom Blutkuchen eingeschnürt wird, und knetet nun letzteren mit zwei Fingern vorsichtig und ohne Wasser anzuwenden aus. Das Ablaufende lässt man in die untergestellte Porzellanschale abfliessen. Durch öfteres Eintauchen des Säckchens in das bereits abgeflossene Serum wird das Auspressen sehr erleichtert und die möglichste Gleichförmigkeit der Blutmischung erzielt. Bemerkt man in dem Linnen ausser dem Faserstoff keine Blutcoagula mehr, ist, mit anderen Worten, der Faserstoff von Serum und Blutkörperchen möglichst getrennt, so legt man das Säckchen in Wasser, knetet den darin befindlichen Faserstoff unter Wasser so lange aus, als letzteres noch gefärbt abläuft, nimmt ihn, wenn er vollkommen weiss geworden, vollständig aus dem Säckchen, was am besten auf die Weise geschieht, dass man das Säckchen durch Lösen des Bindfadens öffnet, den Lappen ausbreitet, und nun mit einer reinen Pincette, nachdem die Hauptmasse des Faserstoffs bereits auf das tarirte Uhrglas gebracht ist, die einzelnen hier und da zerstreuten Partikelchen des Faserstoffs zum Uebrigen bringt. Der Faserstoff sammt dem tarirten Uhrglase wird nun im Luftbade bei 110° C., bis sein Gewicht constant bleibt, getrocknet und giebt gewogen nach Abzug des Uhrglases das Gewicht des Faserstoffs auf die verwendete Menge Blut. Er wird als solcher in Rechnung gebracht.

2. Bestimmung des Wassers, der festen Stoffe und der anorganischen Salze.

Sie geschieht mit dem durch Auspressen des Blutkuchens erhaltenen faserstofffreien Blut, welches man in drei gewogene Parthieen theilt: A, B und C. A. verwendet man zur Bestimmung der festen Stoffe und der anorganischen Salze, und führt dieselbe genau so aus, wie beim Serum angegeben wurde.

3. Bestimmung der Blutkörperchen, des Eiweisses, der Extractivstoffe und löslichen Salze.

Man verwendet hierzu die Parthie B, dem Gewichte nach 3 bis 5 Grm. ungefähr; man verfährt genau so, wie bei der Bestimmung des Eiweisses mit dem Serum. Das Blut wird nämlich in kochendes Wasser eingetragen, zur Bewirkung vollständiger Coagulation mit den bereits angegebenen Cautelen Essigsäure zugesetzt, das Coagulum, = Blutkörperchen + Eiweiss, abfiltrirt, vollständig ausgewaschen, noch feucht vom Filter auf ein tarirtes Uhrglas gebracht, im Luftbad bei 110° C. vollständig getrocknet (was viel Geduld in Anspruch nimmt), gewogen und als Blutkörperchen + Eiweiss in Rechnung gebracht. Die vom Blutcoagulum abfiltrirte Flüssigkeit enthält nun noch die Extractivstoffe und löslichen Salze. Durch Eindampfen, Trocknen und Glühen des Rückstandes erhält man ihr Gewicht, gerade so, wie beim Serum angegeben ist.

4. Bestimmung des Fettes.

Man verwendet hierzu die dritte Portion des defibrinirten Blutes C, dem Gewichte nach mag sie ungefähr 5 bis 6 Grm. betragen. Dieselbe wird in einer Porzellanschale, zuletzt im Luftbad vollständig getrocknet, der Rückstand fein zerrieben und gewogen. Das gewogene Blutpulver bringt man sodann in ein vollkommen trockenes Kölbchen, übergiesst es mit Aether und lässt es damit einige Zeit unter wiederholtem Umschütteln digeriren. Man lässt absetzen, giesst den Aether ab, und zwar am besten in ein Cylindergläschen, giesst neuen Aether auf das Blutpulver und

wiederholt diese Operationen so lange, bis der Aether nichts mehr aufnimmt. Die ätherischen Auszüge werden in einem tarirten Cylindergläschen verdunstet und der Rückstand als Fett in Rechnung gebracht. Zur Controle kann man auch das rückständige Blutpulver auf ein bei 110° C. getrocknetes und gewogenes Filter werfen, sammt dem Filter im Luftbad trocknen und wägen. Das Gewicht nach Abzug des Filters, vom Gewicht des ursprünglichen verwendeten Pulvers abgezogen, giebt ebenfalls die Menge des Fetts.

Bei der Methode Scherer's ist die Bestimmung der Blutkörperchen ebenfalls eine indirecte; man bestimmt nämlich Blutkörperchen und Albumin des Blutes zusammen. Durch eine Formel ist nun aber die Menge des Albumins des Blutes aus dem Albumin des Serums zu finden und dann die gefundene Zahl von der Zahl für Blutkörperchen + Albumin abzuziehen, wodurch man die Zahl der Blutkörperchen erhält. Diese Formel basirt aber auf der Vorstellung, dass die Blutkörperchen in einer Albuminsolution schwimmen, und von derselben überall gleichmässig durchtränkt sind. Ist diese Voraussetzung richtig, so muss sich der Wassergehalt des Serums zum Albumingehalt des Blutes verhalten, wie der Wassergehalt des Blutes zum Albumingehalt des Blutes.

Methode von Figuier und Dumas. Das Eigenthümliche an dieser Methode ist die directe Bestimmung der Blutkörperchen, die wir daher allein näher ins Auge fassen wollen. Sie gründet sich auf die Eigenschaft der Blutkörperchen, bei der Filtration auf dem Filter zurückzubleiben, wenn man das Blut gleich nach der Ausscheidung des Faserstoffs durch Schlagen mit concentrirter Glaubersalzlösung im Ueberschuss versetzt. Methode von Figuier und Dumas.

Bei der Ausführung wägt man 2 bis 3 Grm. defibrinirten Blutes in ein geräumiges Cylinderglas ab, und vermischt es sofort mit dem sechsfachen Volumen einer kalt gesättigten Glaubersalzlösung. Das so behandelte Blut bringt man hierauf auf ein vorher mit Glaubersalzlösung angefeuchtetes Filter, während man aus einem passenden Apparate beständig Sauerstoffgas oder atmosphärische Luft in das Blut durch eine unter das Niveau des letzteren tauchende feine Glasröhre treten lässt.

Man wäscht die Blutkörperchen auf dem Filter so lange mit Glaubersalzlösung nach, bis ein Tropfen des Filtrats, auf dem Platinblech abgedampft und erhitzt, sich nicht mehr schwärzt. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so unterbricht man die Operation, stellt unter das Filter mit den Blutkörperchen eine geräumige Porzellanschale, und übergiesst nun den Filterinhalt mit kleinen Portionen lauwarmen Wassers, bis er sich vollkommen aufgelöst hat, und das Papier ganz weiss geworden ist. Man erhitzt hierauf die in der Porzellanschale befindliche Lösung unter Zusatz von etwas Essigsäure zum Kochen, und filtrirt das Coagulum ab. Man wäscht dasselbe vollständig mit warmem Wasser aus, bringt das Coagulum noch feucht vom Filter auf ein tarirtes Uhrglas, trocknet bei 110° C. und wägt. Man erhält so die Blutkörperchen, oder richtiger die coagulablen Bestandtheile derselben.

Methode von C. Schmidt. Schmidt hat den Versuch gemacht, eine Methode zu ersinnen, die gestattet, das Verhältniss der feuchten Blutkörperchen zum Plasma oder, was dasselbe ist, zur Intercellularflüssigkeit festzustellen. Diese Methode fusst auf der Voraussetzung, dass die nach einer der vorigen Methoden berechneten trockenen Blutkörperchen in einem wenigstens ziemlich constanten Verhältnisse zu den frischen feuchten, d. h. wasserhaltigen Blutkörperchen stehen müssen, da ja auch die festen Stoffe des Serums in einem constanten Verhältnisse zu denen des Blutkuchens stehen. Schmidt glaubt auf dem Wege mikrometrischer Messung der Volumensabnahme der Blutkörperchen beim Trocknen derselben, durch das Volumenverhältniss der Blutkörperchen und des Plasmas im contrahirten Blutkuchen an mikroskopischen Quer- Methode von Schmidt.

schnitten desselben, durch die Vergleichung endlich der in Blutkuchen und Serum ungleich vertheilten Mineralstoffe den Coëfficienten, mit dem die trockenen Blutkörperchen multiplicirt werden müssen, um das Verhältniss der wasserhaltigen anzugeben, gefunden zu haben, und zwar = 4.

Es ist bei dieser Methode daher die Berechnung eine wesentlich verschiedene, während die Ausführung der Operationen wenig Abweichendes darbietet.

Zur Ausführung der Analyse werden etwa 150 Grm. Blut in gewogenen mit Stopfen versehenen Cylindergläsern mit weiter Mündung aufgefangen, die eine Hälfte gleich geschlagen, die andere aber der freiwilligen Gerinnung überlassen. Das defibrinirte Blut wird an einem kalten Orte in einem Cylinderglase so lange der Ruhe überlassen, bis sich die Blutkörperchen vollkommen gesenkt haben; man hebt hierauf mittelst einer Pipette das Serum möglichst vollständig ab, und wägt den Cylinder sammt dem Blutkörperchensedimente. Man erfährt so das Gewicht desselben = Blutkörperchen + Serum für eine gewogene Menge Blut.

Das der freiwilligen Gerinnung überlassene Blut lässt man ruhig an einem kalten Orte stehen, bis die Contraction des Blutkuchens ihr Maximum erreicht hat, giesst dann das Serum ab, und wägt Serum und Blutkuchen. Serum und Blutkuchen, oder auch wohl Serum und Blutkörperchen + Serum, d. h. Blutkörperchensediment werden getrennt analysirt.

Die Analyse des Serums wird ebenso wie bei der Scherer'schen Methode ausgeführt, nur bestimmt C. Schmidt nach den gewöhnlichen analytischen Methoden auch die einzelnen Aschenbestandtheile des Serums: Chlor, phosphorsaure Erden, schwefelsaure Salze, die an Alkalien gebundene Phosphorsäure und die Alkalien.

Die Analyse des Blutkörperchensedimentes wird genau so ausgeführt, wie die Analyse des Serums, und beziehungsweise die Analyse des Gesammtblutes nach Scherer, und so wie beim Serum die Trennung der einzelnen Aschenbestandtheile vorgenommen. Verwendet man zur Analyse nicht das Blutkörperchensediment, sondern einen Theil des Blutkuchens, so nimmt man dazu einen verticalen Durchschnitt desselben (da darin erfahrungsgemäss die Blutkörperchen von oben nach unten sehr ungleich vertheilt sind), wägt selben genau, und trocknet bei 110° C.; den trockenen Rückstand verwendet man zur Bestimmung der feuerbeständigen Salze.

Bestimmung der Blutkörperchen und des Plasmas.

Die Bestimmung der Blutkörperchen ist wie bei Becquerel und Rodier eine indirecte, und zwar zunächst auf dasselbe Princip basirt. Zur Berechnung der Blutkörperchen wird erfordert, dass der Wassergehalt und Rückstand des Serums, sowie der Faserstoffgehalt des Blutes, und der Wassergehalt des Blutkörperchensedimentes oder des Blutkuchens bekannt ist. Unbekannt sind das Gewicht der Blutkörperchen und das des Serumrückstandes des Blutkörperchensedimentes oder Blutkuchens, oder besser des Rückstandes desselben. Um die trockenen Blutkörperchen zu finden, wird angenommen, dass alles Wasser des Blutkuchen- oder Cruorrückstandes dem Serum angehöre, welches derselbe einschliesst. Ist daher a = dem Wassergehalte des Serums, b = dem Rückstande desselben, und a' = dem Wassergehalte des Blutkuchens, so ist $\frac{b \cdot a'}{a} = x$, d. h. dem Serumrückstande des Blutkuchens. Zieht man daher von letzterem den anderweitig bestimmten und berechneten Faserstoff, sowie das Serumäquivalent, d. h. den für den Blutkuchen berechneten Serumrückstand ab, so hat man als Differenz das Gewicht der sogenannten trockenen Blutkörperchen, die mit 4, dem von Schmidt gefundenen Coëfficienten, multiplicirt das Gewicht der feuchten Blutkörperchen geben. Diese von 1000 abgezogen, ergeben als Differenz die Menge des Plasmas.

Verwendet man zu den Bestimmungen das Blutkörperchensediment des defibrinirten Blutes, so ist die Berechnungsweise dieselbe, nur mit dem Unterschiede, dass vom Rückstande desselben nur das Serumäquivalent, und nicht der Faserstoff abgezogen wird.

Die Berechnungsweise der durch die Analyse gelieferten Gewichtsmengen der einzelnen Blutbestandtheile ist nach der Schmidt'schen Methode insofern eine eigenthümliche, als die einzelnen Bestandtheile nicht auf 1000 Thle. Blut bezogen, sondern auf Blutkörperchen und Plasma gesondert repartirt werden. Diess setzt voraus, dass man die in 1000 Thln. Blut enthaltene Menge Serum kennt. Diese erfährt man, wenn man zu dem sich freiwillig abscheidenden Serum dasjenige rechnet, welches dem Blutkuchen oder Blutkörperchensedimente angehört, und welches man erhält, wenn man vom Gewicht des Blutkörperchensedimentes die berechneten feuchten Blutkörperchen, oder vom Gewichte des Blutkuchens jenes des Faserstoffs und der Blutkörperchen abzieht.

Da nun aus der Analyse des Serums die diesem angehörigen Bestandtheile ihrem Gewichte nach bekannt sind, und auch die dem Blutkuchen oder Blutkörperchensedimente zukommenden Stoffe gesondert bestimmt worden sind, so lassen sich die Bestandtheile des Plasmas leicht berechnen, und man erhält die Gewichtsmengen der den Blutkörperchen angehörenden Stoffe, wenn man von den dem Blutkörperchensedimente oder Blutkuchen zukommenden Gewichtszahlen diejenigen abzieht, welche dem dazu gehörigen Serum angehören.

Bezüglich der näheren Details dieser Berechnung vergleiche meine Anleitung zur zoochemischen Analyse, II. Aufl., Nürnberg 1854, S. 275, wo dieselbe durch ein Beispiel erläutert ist.

Methode von F. Hoppe.

Methode von F. Hoppe. Diese Methode ist nur ausführbar mit einem Blute, dessen Körperchen sich schon merklich gesenkt haben, bevor die Gerinnung des Faserstoffs eingetreten ist. Tritt eine Senkung der Blutkörperchen in dem Cylinderglase, in welchem das Blut aufgefangen wurde, ein, welche an der Oberfläche der Flüssigkeit eine Schicht Plasma von 2 bis 3^{mm} liefert, ehe die Gerinnung des Faserstoffs begonnen hat, so nimmt man möglichst vorsichtig mit der Pipette das Plasma ab, bringt es in ein Glas und quirlt es, um die Gerinnung des Fibrins zu bewirken. Das rückständige Blut lässt man freiwillig gerinnen, und verwendet das klar abgeschiedene Serum zur Bestimmung der Serumstoffe. Dieselbe wird in derselben Weise vorgenommen, wie bei einer der vorigen Methoden, nur das Albumin mittelst des Polarisationsapparates bestimmt. Eine zweite Parthie Blutes wird sofort durch Schlagen defibrinirt, der Faserstoff darin in der gewöhnlichen Weise bestimmt, und das defibrinirte Blut zur Bestimmung des Wassers, der festen Stoffe, der Fette, Salze u. s. w. und etwa auch zur Bestimmung des Hämatins benutzt.

Hoppe schlägt zur Bestimmung des Hämatins zwei Methoden vor.

Nach der einen wird das Hämatin aus dem Eisengehalt der Asche berechnet. Man dampft eine gewogene Menge defibrinirten Blutes zur Trockene ein, verkohlt und äschert den Rückstand ein, und bestimmt in der Asche das Eisenoxyd nach einer der gewöhnlichen analytischen Methoden. Multiplicirt man das Gewicht des Eisenoxyds mit 10,1, so erhält man das Gewicht des Hämatins für das in Arbeit genommene Blut.

Eine andere von Hoppe vorgeschlagene Methode der Bestimmung des Hämatins fusst auf der Thatsache, dass Hämatinlösungen durch Alkalien dichroitisch, in dünnen Schichten grün, in dickeren roth werden. Aus der Tiefe der Färbung einer im durchfallenden weissen Lichte betrachteten alkalischen Hämatinlösung lässt sich der Procentgehalt derselben ermitteln, wenn ihre Farbe der einer Lösung reinen Hämatins, von welcher der Hämatingehalt durch die Eisenbestimmung ermittelt ist,

durch vorsichtigen Zusatz von Wasser gleichgemacht ist. Zur Ausführung dieser Bestimmung sind erforderlich: 1) Die Normalhämatinlösung, deren Procentgehalt an Hämatin ermittelt ist; 2) ein Apparat, in welchem die zu untersuchende Flüssigkeit mit Wasser so weit verdünnt werden kann, und zwar unter Zusatz von etwas Natronlauge, bis die Farbe der Flüssigkeit bei gleicher Dicke der Schicht gleich der der Normalhämatinlösung geworden ist. (Ueber die Ausführung selbst verweisen wir auf Hoppe's Anleitung zur pathologisch-chemischen Analyse. Berlin 1858, S. 219 u. ff.)

Auch die Berechnung der nach der Hoppe'schen Methode ausgeführten Analyse des Blutes ist eine eigenthümliche, und gestattet, vorausgesetzt, dass der Fibringehalt des Plasmas bestimmt werden konnte, eine getrennte Analyse des Plasmas und der Blutkörperchen. Ist nämlich der Fibringehalt einer gewogenen Menge Blutes, und ebenso der Fibringehalt einer gewogenen Menge Plasmas bekannt, so ist leicht zu berechnen, wie gross das Gewicht des in einer gewogenen Menge Blutes enthaltenen Plasmas ist, da ja das Fibrin ausschliesslich dem Plasma zugehört.

Wenn z. B. 68,657 Grm. Blut 0,4703 Grm. Faserstoff geben, während 26,0845 Plasma desselben Blutes 0,2658 Faserstoff liefern, so würden sich die absoluten Gewichte des Fibrins zu einander verhalten, wie die Gewichte des Plasmas, dem sie zukommen, also $0{,}2658 : 0{,}4703 = 26{,}0845 : x = 46{,}153$.

Die obigen 68,657 Grm. Blut würden also 46,153 Grm. Plasma, und 22,504 Grm. feuchte Blutzellen enthalten; woraus sich der Pro-mille-Gehalt natürlich ohne Weiteres berechnen lässt. Da Plasma = Serum + Fibrin ist, so kann man durch Combination der Analyse des Serums und der Bestimmung des Fibrins im Plasma leicht die ganze Zusammensetzung des Plasmas ermitteln, und das Gewicht jedes Bestandtheiles für das oben gefundene Gewicht Plasma, welches in 1000 Thln. Blut enthalten ist, berechnen; wenn z. B. 26,0845 Grm. Plasma 0,2658 Grm. Fibrin, und 8,958 Grm. Serum desselben Blutes 0,8220 Grm. festen Rückstand, und darin 0,7016 Grm. Albumin gegeben haben, so würde sich hieraus leicht berechnen lassen, wie viel fester Rückstand und Albumin in 1000 Grm. jenes Plasmas oder Blutes sich befinden.

Wenn nämlich nach obiger Bestimmung 68,657 Grm. Blut 46,153 Grm. Plasma mit 0,4703 Grm. Fibrin enthalten, so enthalten 1000 Grm. Blut 672,22 Grm. Plasma mit 6,85 Grm. Fibrin; da aber Plasma: Serum + Fibrin ist, so ist $672{,}22 - 6{,}85 = 665{,}37$, d. h. gleich dem Gewichte des Serums in 1000 Grm. Blut; man berechnet also, wie viel festen Rückstand, und zweitens, wie viel Albumin in 665,37 Grm. Serum enthalten sind, und findet so zugleich, dass 1000 Grm. Blut mit 672,22 Grm. Plasma 6,85 + 61,055 Grm. (Fibrin + Serumrückstand) oder 67,905 festen Rückstand des Plasma, und 52,112 Grm. Albumin enthalten. Auf dieselbe Weise kann man die Extractivstoffe, Fette, Salze u. s. w. berechnen. Die Analyse des defibrinirten Blutes liefert nun ebenfalls Wasser, feste Stoffe, Albuminate und Hämatin, Extractivstoffe, Fette und Salze. Man berechnet zunächst, wie viel Fibrin diesem defibrinirten Blute angehört hat. Wenn z. B. 68,657 Grm. Blut 0,4703 Grm. Fibrin gaben, so würden 20,630 Grm. defibrinirtes Blut 0,1423 Fibrin erfordern, und somit 20,7723 Grm. vollständigen Blutes entsprechen. Wenn nun in jenen 20,630 Grm. defibrinirten Blutes 3,9307 feste Stoffe gefunden sind, so werden 20,630 + 0,1423 Grm. Blut $0{,}1423 + 3{,}9307 = 4{,}073$ festen Rückstand geben; man berechnet hieraus die Menge des Totalrückstandes von 1000 Grm. Blut, und erfährt das Gewicht des festen Rückstandes der Blutzellen, wenn man den festen Rückstand des Blutplasmas, auf 1000 Thle. berechnet, vom Totalrückstande von 1000 Thln. Blut subtrahirt. Auf dieselbe Weise berechnet man die Extractivstoffe,

Fette und Salze der Blutzellen, indem man vom Gewichte der betreffenden Bestandtheile des Totalblutes die entsprechenden Gewichtsmengen derselben des Plasmas abzieht.

Kritische Bemerkungen zu den Methoden der Blutanalyse.

Kritische Bemerkungen zu den Methoden der Blutanalyse. Von allen beschriebenen Methoden der Blutanalyse ist die von Becquerel und Rodier ohne Zweifel die unvollkommenste. Nicht nur allein nimmt sie auf die Scheidung des Blutes in Plasma und feuchte Blutzellen keine Rücksicht, sondern es liegt der indirecten Bestimmung der Blutkörperchen oder besser des Blutkörperchenrückstandes eine entschieden unrichtige Voraussetzung zu Grunde, nämlich die, dass alles Wasser des Blutes dem Serum angehöre oder, was dasselbe ist, dass der Wassergehalt der Blutkörperchen kein anderer sei, wie der des Serums. Es haben zwar vergleichende Untersuchungen ergeben, dass die dadurch bewirkte Differenz nicht sehr bedeutend ist, immerhin aber wird der Werth der Methode dadurch wesentlich beeinträchtigt. Es muss übrigens hier erwähnt werden, dass diese Methode zu sehr zahlreichen quantitativen Analysen des Blutes gedient hat.

Vollkommener ist die von Scherer vorgeschlagene Methode, obgleich auch sie nur zur Analyse des Gesammtblutes und des Serums Anwendung finden kann. Vor Allem gestattet diese Methode eine reinliche Ausführung, bestimmt alle Bestandtheile durch Wägung, und macht dadurch eine Controle für die Genauigkeit der Ausführung möglich, welche natürlich bei solchen Methoden, die einzelne Bestandtheile aus dem Verluste oder der Differenz berechnen fehlt. Auch bei der Scherer'schen Methode ist aber die Bestimmung der Blutkörperchen die schwächste Seite; man bestimmt nämlich nur ihre coagulablen Bestandtheile, indem man von den coagulablen Bestandtheilen des Gesammtblutes jene des Serums in Abrechnung bringt. Es werden nicht die Blutkörperchen für sich gewogen, sondern ihre coagulablen Bestandtheile mit dem Albumin des Blutes; um nun die Menge der coagulablen Bestandtheile der Blutkörperchen zu erfahren, muss vom Blutkörperchen- und Albumincoagulum der Albumingehalt des Blutes abgezogen werden. Der Albumingehalt des letzteren lässt sich aber ebenfalls nicht für sich bestimmen, sondern wird aus dem Albumingehalte des gesondert analysirten Serums berechnet, und zwar nach derselben theoretisch unrichtigen Voraussetzung, wie diejenige ist, welche der vorigen Methode zu Grunde liegt. Die Physiologen haben, diese Voraussetzung zuerst bekämpfend, mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass ein und dasselbe Blutkörperchen von seinem Auftreten in dem Blute bis zu seinem Verschwinden mancherlei Aenderung in seiner Zusammensetzung erfahren könne, so dass innerhalb eines Serums von gleicher Zusammensetzung Blutkörperchen des verschiedensten Wassergehaltes schwimmen mögen. Wollte man aber auch zugeben, dass alle gleichzeitig vorhandenen Blutkörperchen mit einer wässerigen Flüssigkeit von derselben Zusammensetzung durchtränkt wären, so könnte das Verhältniss dieser Flüssigkeit zu den

Fetten und der Hülle der Blutkörperchen doch ein sehr veränderliches sein.

Die Methode von Figuier und Dumas ist schwierig in der Ausführung, und es sind übrigens auch die nach dieser Methode gewissermaassen direct bestimmten Blutkörperchen nicht mehr unzersetzte Blutkörperchen, vielmehr durch die Art der Isolirung eines Theiles ihres Inhaltes von vornherein schon beraubt, so dass man durch diese Methode selbst die coagulablen Bestandtheile keineswegs mit wünschenswerther Genauigkeit bestimmen kann. Man hat ferner gefunden, dass in gewissen Krankheiten das Blut sich zur Analyse nach dieser Methode überhaupt gar nicht eignet, weil trotz des Zuleitens von Luft die Blutkörperchen sich zu rasch zersetzen und theilweise durch das Filter gehen. Diese Methode eignet sich daher zu allgemeinerer Anwendung wenig.

Gegenüber den beschriebenen Methoden, welche nur für das Gesammtblut anwendbar sind, ist der Versuch von C. Schmidt, das Verhältniss der feuchten Blutkörperchen zur Intercellularflüssigkeit zu ermitteln, als ein unläugbarer entschiedener Fortschritt zu bezeichnen. In ihrem analytischen Theile stimmt die Schmidt'sche Methode mit der von Prévost und Dumas und später von Popp angewendeten überein, ihre Ausführbarkeit ist aber abhängig von der Beschaffenheit des Blutes. Scheidet sich das Blut nicht vollständig in Blutkuchen und Serum, oder senken sich die Blutkörperchen nicht vollständig, so wird die Ausführung eine sehr missliche. Jedenfalls kann die Bestimmung der feuchten Blutzellen nach Schmidt höchstens approximative Geltung beanspruchen, da der ermittelte Coëfficient auf eine Weise gefunden ist, die unmöglich ein genaues Resultat geben konnte, und anderseits die trockenen Blutkörperchen nach der früheren theoretisch unrichtigen Weise bestimmt werden. Auch müsste die Annahme eines constanten Coëfficienten für den Wassergehalt, die Voraussetzung in sich schliessend, dass das relative Verhältniss des Wassers der Blutkörperchen zu ihren festen Stoffen unter allen Umständen stets dasselbe bleibe, um unbestrittene Geltung beanspruchen zu können, sich auf Untersuchungen des Blutes unter verschiedenen Bedingungen stützen, was aber keineswegs der Fall ist; diese Annahme erscheint überhaupt gegenüber der Thatsache, dass die Blutkörperchen in beständigem Stoffwechsel mit der Intercellularflüssigkeit stehen, und der Wassergehalt des Blutes überhaupt so grossen Schwankungen unterliegt, von vornherein sehr bedenklich, da nicht einzusehen ist, warum nicht auch die Zusammensetzung und der Wassergehalt der Blutkörperchen durch pathologische Processe oder andere Bedingungen in der Art alterirt werden sollte, dass das Verhältniss des Wassers zu den festen Stoffen ein anderes wie das normale wird.

Gegen die Methode von Hoppe, die im Principe unstreitig die richtigste ist, lässt sich nur das Precaire ihrer Ausführung anführen. Sollte es gelingen, was gar nicht unwahrscheinlich ist, ein Mittel aufzufinden, welches, ohne die Zusammensetzung des Blutes zu ändern und die Be-

stimmung seiner Bestandtheile unmöglich zu machen, die Gerinnung des Faserstoffs constant so lange verzögerte, bis partielle Senkung der Blutkörperchen eingetreten wäre, so würde diese Methode vor allen übrigen unzweifelhaft den Vorzug verdienen, allein so wie die Sache gegenwärtig steht, gehört ihre Anwendbarkeit zu den Ausnahmen.

Andere Vorschläge zur Bestimmung der feuchten Blutkörperchen und ihres Verhältnisses zum Plasma, wie z. B. der, die Blutkörperchen durch Zählung zu bestimmen, gehören ihrer Natur nach nicht in das Gebiet der Chemie, daher wir sie übergehen.

Quantitative Zusammensetzung des gesunden menschlichen venösen Blutes.

So zahlreiche Untersuchungen über die quantitative Zusammensetzung des normalen menschlichen Blutes und des Blutes in Krankheiten angestellt sind, so kann man die gewonnenen Resultate doch nur mit grosser Vorsicht verwerthen, man hat sich nämlich immer daran zu erinnern, einerseits, dass die Methoden mit gewissen nicht unbedeutenden Fehlerquellen behaftet sind, und anderseits, dass die Zusammensetzung des Blutes selbst unter normalen Bedingungen einem raschen Wechsel unterworfen sein kann, und thatsächlich in verschiedenen Gefässbezirken eine verschiedene ist. Alle Zahlen können daher nur als mehr oder weniger approximativer Ausdruck für die Zusammensetzung des Blutes unter gegebenen Verhältnissen betrachtet werden, und dies bezieht sich, was ausdrücklich hervorgehoben werden muss, nicht nur allein auf die mittleren, sondern auch auf die Maximal- und Minimalwerthe.

Nach den Untersuchungen A. Otto's unter Scherer's Leitung angestellt, enthalten:

1000 Theile normalen venösen Blutes:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	806,8	769,7	790,64
Feste Stoffe	200,3	193,2	209,36
Fibrin	2,6	1,4	1,98
Albumin	71,5	63,3	68,16
Hämatoglobulin (trockene Blutkörperchen)	146,2	106,8	126,30
Lösliche Salze	10,3	5,0	8,26
Extractivstoffe	6,6	3,1	4,88

1000 Theile Serum enthalten:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	910,5	903,6	960,60
Feste Stoffe	96,4	89,5	93,40
Albumin	80,3	75,2	77,62
Lösliche Salze	11,6	6,5	9,45
Extractivstoffe	5,5	4,5	5,15

Nach Becquerel und Rodier enthalten 1000 Thle. normalen Blutes:

A. Bei Männern:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	800	760	779,90
Feste Stoffe	240	200	221,10
Fibrin	3,5	1,5	2,20
Albumin	73,0	62,0	69,40
Trockene Blutkörperchen	152,0	131,0	141,10
Extractivstoffe und lösliche Salze	8,0	5,0	6,80
Fette	3,3	1,0	1,60

B. Bei Frauen:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	813	773	791,10
Feste Stoffe	227	187	208,90
Faserstoff	2,5	1,8	2,20
Albumin	75,5	65	70,50
Blutkörperchen	137,5	113	127,20
Extractivstoffe	8,5	6,2	7,40
Fette	2,8	1,0	1,90
			1000,00

C. Schmidt fand nach seiner Methode folgende Zusammensetzung. 25jähriger Mann:

1000 Theile Blut enthalten

513,04 Blutzellen		486,96 Plasma	
Wasser	349,71	Wasser	439,00
Feste Stoffe	163,33	Feste Stoffe	47,96
Hämatin (eisenhaltig)	7,38	Fibrin	3,93
Globulin	152,21	Albumin u. Extractivstoffe	39,89
Anorganische Salze	3,74	Anorganische Salze	4,14
Chlorkalium	1,887	Chlorkalium	0,175
Schwefelsaures Kali	0,068	Schwefelsaures Kali	0,137
Phosphorsaures Kali	1,202	Chlornatrium	2,701
Phosphorsaures Natron	0,325	Phosphorsaures Natron	0,132
Natron	0,175	Natron	0,746
Phosphorsaurer Kalk	0,048	Phosphorsaurer Kalk	0,145
Phosphorsaure Bittererde	0,031	Phosphorsaure Bittererde	0,106

1000 Grm. Blutzellen		1000 Grm. Plasma	
Wasser	681,63	Wasser	901,51
Feste Stoffe	318,37	Feste Stoffe	98,49
Hämatin	15,02	Fibrin	8,06
Globulin	296,07	Albumin und Extractivstoffe	81,92
Anorganische Salze	7,28	Anorganische Salze	8,51
Chlorkalium	3,679	Chlorkalium	0,359
Schwefelsaures Kali	0,132	Chlornatrium	5,546
Phosphorsaures Kali	2,343	Schwefelsaures Kali	0,281
Phosphorsaures Natron	0,633	Phosphorsaures Natron	0,271
Natron	0,341	Natron	1,532
Phosphorsaurer Kalk	0,094	Phosphorsaurer Kalk	0,298
Phosphorsaure Bittererde	0,060	Phosphorsaure Bittererde	0,218

30jähriges Weib:

1000 Grm. Blut enthalten

396,24 Blutzellen		603,76 Plasma	
Wasser	272,56	Wasser	551,99
Feste Stoffe	123,68	Feste Stoffe	51,77
Hämatin incl. Eisen	6,99	Fibrin	1,91
Globulin	113,14	Albumin etc.	44,79
Anorganische Salze	3,55	Anorganische Salze	5,07
Schwefelsaures Kali	0,062	Schwefelsaures Kali	0,131
Chlorkalium	1,353	Chlorkalium	0,270
Phosphorsaures Kali	0,835	Chlornatrium	3,417
Kali	0,340	Phosphorsaures Natron	0,267
Natron	0,874	Natron	0,648
Phosphorsaure Kalkerde " " Bittererde	0,086	Phosphorsaure Kalkerde " " Bittererde	0,332

1000 Grm. Blutzellen		1000 Grm. Plasma	
Wasser	687,88	Wasser	914,25
Feste Stoffe	312,12	Feste Stoffe	85,75
Hämatin	18,48	Fibrin	3,16
Globulin	284,68	Albumin etc.	74,20
Anorganische Salze	8,96	Anorganische Salze	8,39
Schwefelsaures Kali	0,157	Schwefelsaures Kali	0,217
Chlorkalium	3,414	Chlorkalium	0,447
Phosphorsaures Kali	2,108	Chlornatrium	5,659
Kali	0,857	Phosphorsaures Natron	0,443
Natron	2,205	Natron	1,074
Phosphorsaure Kalkerde " " Bittererde	0,218	Phosphorsaure Kalkerde " " Bittererde	0,550

Bei der Analyse des Pferdeblutes nach seiner Methode erhielt F. Hoppe folgende Zahlen:

In 1000 Theilen Gesammtblut waren enthalten:

Plasma	673,8
Blutkörperchen	326,2

In 1000 Theilen Blutkörperchen:

Wasser	565,0
Feste Stoffe	435,0

In 1000 Theilen Plasma:

Wasser	908,4
Feste Stoffe	91,6
Faserstoff	10,1
Albumin	77,6
Fette	1,2
Extractivstoffe	4,0
Lösliche Salze	6,4
Unlösliche Salze	1,7

Diesen Analysen zufolge beträgt der Wassergehalt des Blutes in Procenten ausgedrückt etwa 79 Proc., der Gehalt an festen Stoffen 21 Proc. Die übrigen Verhältnisse ergeben sich aus der Betrachtung der Analysen von selbst. Aus den Berechnungen von C. Schmidt würde sich ergeben, dass der Wassergehalt der Blutkörperchen um ein Bedeutendes geringer wäre, wie der Wassergehalt des Plasmas, denn während letzteres nur etwa 9,7 Proc. fester Stoffe erhielte, betrüge der Gehalt an festen Stoffen bei den Blutkörperchen 31,2 Proc., wovon 1,7 Proc. auf Hämatin, 28,2 Proc. auf Globulin und Hüllenmembran

und das Uebrige auf Fette, Extractivstoffe und unorganische Salze käme. Von grossem Interesse erscheint nach den Analysen von C. Schmidt die ungleiche Vertheilung der anorganischen Bestandtheile in Blutkörperchen und Plasma. Abgesehen von dem Eisen, welches den Blutkörperchen ausschliesslich zukommt, ist im Plasma etwa dreimal so viel Chlor enthalten, wie in den Blutkörperchen, ebenso wiegt in ersterem der Gehalt an Schwefelsäure vor, dagegen aber tritt bei den Blutkörperchen der Gehalt an Phosphorsäure und an Kali so sehr in den Vordergrund, dass auf 1,134 an Alkalien gebundener Phosphorsäure in den Blutkörperchen nur 0,191 im Plasma kommen; auf 3,328 Kalium in den Blutkörperchen kommen 0,323 Kalium im Plasma, also eine zehnfach geringere Menge, während der Natriumgehalt des Plasmas ungefähr dreimal so gross ist, wie jener der Blutkörperchen. Die phosphorsauren Erden endlich gehören ebenfalls vorwiegend dem Plasma an.

Obgleich wir kaum nöthig haben, wiederholt darauf hinzuweisen, wie alle diese Zahlen nur approximative Geltung beanspruchen können, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass sie im Ganzen und Grossen einen Ausdruck für die thatsächlich verschiedene Vertheilung der Mineralstoffe in Blutkörperchen und Plasma geben, der sich von der Wahrheit nicht so sehr entfernt, dass dadurch die Hauptzüge des Bildes entstellt würden.

Gasgehalt des Blutes und quantitative Zusammensetzung der Blutgase.

Nachdem ein Gehalt des Blutes an Gasen bald angenommen, bald geleugnet worden war, zeigte Magnus (1837) zuerst mit Sicherheit, dass das Blut Sauerstoffgas, Stickstoffgas und Kohlensäure absorbirt enthält, welche Gase sich durch Verminderung des Druckes, oder Durchleiten eines Gasstromes daraus verdrängen lassen. Nächst Magnus haben sich in neuerer Zeit L. Meyer (unter Bunsen's Leitung) und J. Setschenow mit der Analyse der Blutgase beschäftigt; bei der Vollkommenheit der gasometrischen Methoden durfte man Zahlen erwarten, welche einen sehr annähernd wahren Ausdruck für die wirklichen Verhältnisse geben würden, allein leider sind die Methoden, um das Blut vollkommen gasfrei zu machen, somit alles im Blute enthaltene Gas, und dadurch einen wahren Ausdruck für den Gesammtgehalt des Blutes an Gasen zu gewinnen, noch ziemlich mangelhaft, und es haben daher die verschiedenen Beobachter in dieser Beziehung sehr wenig übereinstimmende Zahlen erhalten. Auch muss hervorgehoben werden, dass die meisten Versuche nicht mit Menschenblut, sondern mit arteriellem Blute verschiedener Säugethiere angestellt wurden, so dass sie nur mit grosser Vorsicht zu Schlüssen in der Physiologie des Menschen verwerthet werden dürfen.

Gasgehalt des Blutes.

Magnus trieb die Gase des Blutes durch Auspumpen unter dem

Recipienten der Luftpumpe aus und fing sie über Quecksilber auf, oder er trieb die Gase durch Schütteln mit anderen Gasen aus.

Lothar Meyer kochte mit dem zehnfachen Volumen Wasser verdünntes unter Abschluss der Luft gesammeltes Blut zuerst im luftverdünnten Raume bei sehr niederem Hitzegrade aus, und bezeichnete die so gewonnenen Gase als freie. Das so behandelte Blut wurde hierauf nach Zusatz einiger Weinsäurekrystalle abermals unter dem Recipienten ausgekocht, und die so gewonnenen Gase als gebundene aufgeführt. Endlich wurde in einer Versuchsreihe das Blut auch gleich anfangs mit Weinsäure versetzt.

Setschenow fand, dass bei der von L. Meyer und Fernet angewandten Methode das Blut gasfrei zu machen, dasselbe noch keinesfalls wirklich gasfrei ist, und dass namentlich das Aufhören des grossblasigen Schäumens kein sicheres Merkmal dafür abgiebt. Setschenow setzte das Auspumpen so lange fort, bis das Blut in einer Schicht von 2 bis 3 Centimeter Dicke eine vollständig schwarze Farbe angenommen hatte, und benutzte einen eigenthümlichen Apparat zur Aufsammlung der Gase.

Wir stellen in Nachstehendem die von verschiedenen Beobachtern erlangten Resultate tabellarisch zusammen.

Art des Blutes	Gesammtes Gas	Freies Gas	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure			Beobachter
					freie	gebundene	gesammte	
Art. Carot. (Hund) . .	49,49	20,88	12,43	2,83	5,62	28,61	34,23	L. Meyer
dito	33,84	—	3,79	2,94	—	—	27,10	L. Meyer
dito	49,21	28,24	18,42	4,55	5,28	20,97	26,25	L. Meyer
dito	54,08	25,50	14,29	5,04	6,17	28,58	34,75	L. Meyer
Defibrinirtes Kalbsblut .	35,16	17,04	11,55	4,40	1,09	18,12	19,21	L. Meyer
Art. Pferdeblut	—	—	10,35	2,65	—	—	—	Magnus
Art. Carot. (Hund) . .	49,44	46,90	15,05	1,19	30,66	2,54	33,20	Setschenow
Menschenblut	48,20	45,88	16,41	1,20	28,27	2,32	30,59	Setschenow
Menschenblut*	—	—	—	—	—	—	35,2	Magnus

*) Magnus erhielt aus menschlichem Blute durch Einleiten eines Stromes von Wasserstoffgas in 100 Vol. des Blutes 24,8, 21,4, 35,2 Vol. Kohlensäure, nachdem das Einleiten 6 Stunden lang fortgesetzt war; nach 24stündigem Einleiten aber erhielt er 37,3, 39,9, 54 Vol. Kohlensäure, wohl in Folge beginnender Zersetzung des Blutes.

Aus obiger Tabelle ergiebt sich, dass der Gesammtgasgehalt des arteriellen Blutes nahezu die Hälfte des Blutvolumens beträgt, und unter die-

sen Gasen ist die Kohlensäure vorwiegend. Ziehen wir aus obigen unter sich zwar ziemlich abweichenden Zahlen für die Gesammtkohlensäure das Mittel, so erhalten wir 30 Vol. Kohlensäure für 100 Vol. Blut. Der Gehalt an Sauerstoff und Stickstoff dagegen zeigt sehr beträchtliche Schwankungen, wie es denn überhaupt von vornherein nicht anders erwartet werden kann, als dass der Gehalt des Blutes an Gasen zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen ein sehr wechselnder sein wird. Ausserordentliche Differenzen zeigen die von L. Meyer und Setschenow für die gebundene und freie Kohlensäure gefundenen Zahlen. Während nach den Versuchen von Setschenow nur der geringste Theil der Kohlensäure als chemisch-gebundene im Blute enthalten wäre, ist nach den Beobachtungen von L. Meyer gerade das Umgekehrte der Fall. Der Grund davon ist die Verschiedenheit der angewandten Methoden. Wir halten die Sache noch nicht für spruchreif, und sind der Meinung, dass es noch weiterer Untersuchungen bedürfen wird, um die Frage der freien und gebundenen Kohlensäure zum Abschluss zu bringen. Möglich, dass die Wahrheit in der Mitte liegt. Vgl. übrigens weiter oben S. 69.

Berechnen wir, welche Volumensmenge der einzelnen Gase in 100 Vol. der Blutgase enthalten sind, so finden wir die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Zahlen.

100 Vol. Blutgase enthalten	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure	Beobachter
I.	25,1	5,7	69,2	L. Meyer
II.	11,2	8,7	80,1	L. Meyer
III.	37,4	9,2	53,4	L. Meyer
IV.	26,4	9,3	64,3	L. Meyer
V.	32,8	12,5	54,7	L. Meyer
VI.	30,4	2,4	67,2	Setschenow
VII.	34,1	2,4	63,5	Setschenow

Setschenow hat auch die Blutgase erstickter Thiere untersucht und gefunden, dass in dem Zeitpunkt der Erstickung, in welchem sich die Reflexe vom Nervus quintus aus bereits verloren haben, Athembewegung und Herzschläge aber noch bestehen, das Blut keinen durch Kochen und Auspumpen abscheidbaren Sauerstoff mehr enthalte. Diess zusammengehalten mit der Beobachtung W. Müllers (vgl. S. 61), dass zu dieser Periode auch aller Sauerstoff aus der Lungenluft entfernt ist, giebt einen weiteren Beleg für die energischen Affinitäten des lebenden Thieres zum Sauerstoff.

In vier Versuchen gaben 100 Volumina Blut von erstickten Thieren:

Versuchs-nummer	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure		
			freie	gebundene	gesammte
1	1,161	4,728	33,168	4,366	37,534
2	Spuren	1,399	28,012	3,286	31,298
3	Spuren	1,181	38,152	4,011	42,163
4	Spuren	1,955	38,857	1,791	40,648

Es ergiebt sich aus den Versuchen von Setschenow, dass die procentischen Gasmengen des Blutes erstickter Thiere kleiner sind wie die der normalen, dass sich Stickgas und chemisch gebundene Kohlensäure durch die Erstickung nicht verändern, dass jedoch die freie Kohlensäure darin vermehrt ist, jedoch nicht in dem Verhältnisse, in welchem der Sauerstoff abnimmt.

Quantitative Zusammensetzung der Blutasche.

Zusammensetzung der Blutasche

Die Blutasche, d. h. der beim Verbrennen des Blutes und der Blutkohle bleibende Rückstand, ist vielfach analysirt worden, allein nicht immer nach fehlerfreien Methoden. Wir stellen unten die nach exacteren Methoden ausgeführten Aschenanalysen zusammen.

von Pflanzenfressern.

Bestandtheile in 100 Thln. der Asche:	Ochsenblut				Schafblut		Kalbsblut	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Chlornatrium	46,66	59,12	53,71	51,19	57,11	50,62	50,19	59,53
Natron . . .	31,90	13,00	14,40	12,41	13,33	13,40	10,39	10,40
Kali	7,00	5,60	8,76	7,62	5,29	7,93	11,74	9,81
Kalk	0,73	0,85	0,70	1,56	1,00	1,10	1,85	1,60
Bittererde . .	0,24	0,47	0,59	1,02	0,30	0,82	1,15	1,19
Eisenoxyd . .	7,03	9,00	8,80	10,58	8,70	9,17	8,16	7,80
Phosphorsäure	4,17	5,06	4,64	5,66	5,21	4,99	8,36	6,73
Schwefelsäure	1,16	1,25	1,16	5,16	1,65	1,91	1,34	1,21
Kieselsäure .	1,11	—	—	2,81	—	—	—	—
Kohlensäure .	—	6,57	6,49	1,99	7,09	6,35	3,77	3,57

I. von Weber nach Rose's Methode, II. und III. von Verdeil, IV. von Stölzel nach Strecker's Methode, V., VI., VII. und VIII von Verdeil ausgeführt.

von Fleischfressern und körnerfressenden Thieren.

Bestandtheile in 100 Thln. der Asche:	Schweinsblut		Hundeblut		Menschenblut		Hühnerblut
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Chlornatrium	41,31	49,51	49,85	50,98	61,99	55,63	39,73
Natron	7,62	5,33	5,78	2,02	2,03	6,27	8,93
Kali	22,21	18,54	15,16	19,16	12,70	11,24	18,41
Kalk	1,20	1,90	0,10	0,70	1,68	1,85	1,08
Bittererde	1,21	0,97	0,67	4,38	0,99	1,26	0,22
Eisenoxyd	9,10	9,50	12,75	8,65	8,06	8,68	3,89
Phosphorsäure	12,29	12,75	13,96	11,69	9,36	11,10	26,62
Schwefelsäure	1,74	1,34	1,71	1,08	1,70	1,64	1,19
Kieselsäure	—	—	—	—	—	—	—
Kohlensäure	0,69	0,36	0,53	0,37	1,43	0,95	—

I., II., III., IV., V. und VI. von Verdeil ausgeführt, VII. von Henneberg ausgeführt. III. nach 18tägiger Fleischnahrung, IV. nach 20tägiger Fütterung mit Brot und Kartoffeln, V. Mann von 45 Jahren an Verdauungsschwäche leidend, VI. Mädchen von 22 Jahren, vollblütig.

Weber hat die Asche des Serums getrennt von der Asche des Blutkuchens von Pferdeblut analysirt, und Roser die Asche des durch Erhitzen coagulirten und hierauf ausgewaschenen Blutcoagulums. Die erhaltenen Zahlen waren folgende:

Asche des Blutserums und Blutkuchens.

Bestandtheile in 100 Thln. Asche	Serum (Weber)	Blutkuchen (Weber)	Coagulirtes Blut (Roser)
Chlornatrium	72,88	17,36	—
Chlorkalium	—	29,87	—
Kali	2,95	22,36	0,84
Natron	12,93	3,55	16,16
Kalk	2,28	2,58	9,63
Bittererde	0,27	0,53	2,52
Eisenoxyd	0,26	10,43	52,81
Phosphorsäure	1,73	10,64	9,01
Schwefelsäure	2,10	0,09	6,58
Kohlensäure	4,40	2,17	—
Kieselerde	0,20	0,42	2,01

Das Serum gab 0,75 Proc. Asche, oder 8,34 Proc. vom festen Rückstand des Serums, der Blutkuchen 2,68 Proc. des bei 100° C. getrockneten Blutkuchens. Das ausgewaschene Blutcoagulum gab 0,43 bis 1,38 Proc. Asche.

Die aus allen diesen Analysen sich ergebenden Schlüsse sind von physiologischem Interesse. Vor Allem zeigen sie, dass die Blutasche eines und desselben Thieres in ihrer Zusammensetzung erhebliche Verschiedenheiten zeigen kann, dass aber letztere vorzugsweise durch die Art der Nahrung in constanter Weise beeinflusst werden; die Blutasche der grasfressenden Thiere ist durchweg reicher an Kohlensäure, dagegen ansehnlich ärmer an Phosphorsäure, wie die Blutasche der fleisch- und körnerfressenden Thiere, während die Blutasche der Ommivoren hinsichtlich des Gehalts an Phosphorsäure in der Mitte zwischen beiden steht. Wir haben auf die von Liebig so treffend erläuterte physiologische Bedeutung dieser Thatsache bereits im zweiten Abschnitt S. 93 und 105 hingewiesen. Die für den Chlornatriumgehalt des Blutes gefundenen Zahlen zeigen bedeutende Differenzen. Zum Theil mögen die Abweichungen durch die Art der Einäscherung bedingt sein, doch ist auch in den nach dem nämlichen Verfahren dargestellten Blutaschen der Chlorgehalt so wechselnd, dass ein verschiedener Gehalt an Kochsalz angenommen werden muss. Endlich ist noch zu erwähnen, dass Weber in seiner Analyse des Ochsenbluts Nr. I. 31,90 Proc. Natron neben 46,66 Proc. Kochsalz fand, für welches Natron keine entsprechende Menge von Säure gefunden wurde, was auf einem Fehler der Methode beruhen muss, da man unmöglich wasser- und kohlensäurefreies Natron in der Blutasche annehmen kann.

Die von Weber ausgeführte Analyse der Asche des Serums und Blutkuchens eines und desselben Blutes bestätigt die von C. Schmidt nachgewiesene ungleiche Vertheilung der Aschenbestandtheile in Plasma und Blutkörperchen in fast allen Punkten. Sie constatirt, dass das Kochsalz, die Natronsalze und die Schwefelsäure vorzugsweise dem Serum, die Kalisalze dagegen und die Phosphorsäure vorzugsweise den Blutkörperchen angehören.

Millon hat angegeben, dass wenn man Menschenblut durch Einleiten von Chlorgas coagulire, die Lösung abfiltrire, eindampfe, glühe und mit Wasser auslauge, man einen unlöslichen Rückstand erhalte, der in 100 Thln 1 bis 5 Thle Blei, 0,5 bis 2,5 Thle Kupfer, und 10 bis 24 Thle Mangan enthalte. Burin de Buisson fand dagegen im Blute des Menschen weder Blei noch Kupfer, dagegen in 1000 Thln Blutes 0,06 Manganoxyd. Malaguti, Durocher und Sarzeaud wollen sogar Silber im Ochsenblute nachgewiesen haben.

Alle diese Angaben sind mit Vorsicht aufzunehmen, und es müssen ausser Mangan die obengenannten Metalle, wofern sie überhaupt gefunden wurden, als zufällige Bestandtheile des Blutes angesehen werden.

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke.

Ueber die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässe und Gefässbezirke sind mehrere und zum Theil sehr wichtige Untersuchungen angestellt, allein es können die Resultate derselben physiologisch nur zum Theil verwerthet werden, und bieten manches principiell Schwankende dar. Vor Allem beziehen sich die angestellten Versuche meist auf Blut von Thieren, es ist daher die einfache Uebertragung der gefundenen Verhältnisse auf jene des Menschenbluts schon an und für sich nicht ganz unbedenklich; dann aber müssten, um festzustellen, ob die gefundenen Abweichungen in der Zusammensetzung in der That abhängig sind von den Gefässen, Gefässbezirken u. s. w. alle übrigen Bedingungen, die auf die Blutzusammensetzung Einfluss üben, gleich gemacht werden können, oder es müsste das Mittel so zahlreicher Analysen verglichen werden, dass die Annahme wahrscheinlich würde, es sei die jeder Blutart unwesentliche Eigenthümlichkeit durch gegenseitige Compensation eliminirt worden. Diese Postulate sind aber durch die vorhandenen Beobachtungen keineswegs alle erfüllt, wie denn auch das Bedenken kein leicht zu beseitigendes ist, dass die Mischung von Plasma und Blutkörperchen in ein und demselben Gefässe in sehr kurz aufeinander folgenden Zeiten sich merklich ändern könne. Nach den Strömungsverhältnissen des Blutes, und den gegebenen Widerständen muss es sich oft genug ereignen, dass das aus einer beliebigen Arterie ausgegangene und dort gleichmässig gemengte Blutvolum in den Venen ungleichmässig gemischt anlangt, indem je nach der Geschwindigkeit des Stromes dasselbe bald reicher, bald ärmer an Blutkörperchen sein wird: woraus folgt, dass die zu denselben Zeiten an verschiedenen Orten, oder zu verschiedenen Zeiten an demselben Orte aufgefangenen Blutmengen von sehr verschiedener Zusammensetzung gefunden werden können, ohne dass irgend welche chemische Alteration mit dem Plasma oder den Blutkörperchen vorgegangen ist. Die Erfahrung, dass verschiedene Portionen an ein und demselben Ort unmittelbar hinter einander gelassenen Blutes (Aderlassblut) ungleich zusammengesetzt sind, giebt den erörterten Bedenken Gewicht (Ludwig).

Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässe und Gefässbezirke

Was über die Differenzen der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke vorliegt, ist folgendes:

A. Arterielles und venöses Blut.

Die angestellten vergleichenden Untersuchungen beziehen sich meist auf das Blut von Pferden und Hunden, nur wenige auf das des Menschen, ferner zunächst auf das Blut der Art. Carotis und der V. jugularis.

Arterien- und Venenblut.

Die Differenzen des Gesammtblutes, sowie sie sich aus den Untersuchungen von Nasse, Lehmann und Wiss ergeben haben, lassen sich übersichtlich in nachstehender Weise tabellarisch zusammenfassen.

Physikalische Charaktere und chemische Bestandtheile	Arterienblut	Venenblut
Temperatur	etwa um 1^0 C. höher	niedriger
Farbe	heller und nicht dichroitisch	dunkler und dichroitisch
Gasgehalt	relativ mehr Sauerstoff	relativ mehr Kohlensäure
Wasser	mehr	weniger
Fibrin	mehr	weniger
Blutkörperchen	weniger	mehr
Albumin	keine constante Differenz	keine constante Differenz
Fette	desgleichen	desgleichen
Extractivstoffe	mehr	weniger
Harnstoff	weniger	mehr
Salze	mehr	weniger
Zucker	mehr	weniger

Die Differenzen in der Zusammensetzung der Blutkörperchen und des Plasmas sind bei arteriellem und venösem Blute nach Lehmann's Angabe folgende:

Bestandtheile	Blutkörperchen des	
	arteriellen	venösen Blutes
Wasser	mehr	weniger
Hämatin	mehr	weniger
Globulin	weniger	mehr
Fette	weniger	mehr
Salze	mehr	weniger

Bestandtheile	Plasma des	
	arteriellen	venösen Blutes
Wasser	mehr	weniger
Fibrin	mehr	weniger
Albumin	relativ weniger	relativ mehr
Fette	absolut weniger	absolut mehr
Extractivstoffe	absolut weniger	absolut mehr

Es muss jedoch ausdrücklich und wiederholt erwähnt werden, dass diese Angaben nicht durchweg als festgestellt zu betrachten sind, und dass sie sich zumeist nur als Gesammtmittel aller Beobachtungen, wobei den Vergleichungen Carotiden- und Jugularvenenblut zu Grunde gelegt wurde, betrachten lassen, und dass endlich bei der Untersuchung des Blutes der Vena abdomin. extern., digitalis und cephalica vielfach abweichende Resultate erhalten wurden.

Die Volumenseinheit des Jugularvenenblutes giebt mit Wasser vermischt eine tiefer rothe Farbe als die Volumenseinheit des Carotidenblutes mit derselben Wassermenge. Dieser Unterschied besteht auch dann noch, wenn das venöse Blut durch Schütteln vorher hellroth gemacht wurde. Heidenheim schliesst daraus auf einen grossen Gehalt des venösen Blutes an Blutkörperchen, was demnach das auf chemischem Wege gewonnene Resultat bestätigen würde.

B. Pfortader- und Jugularvenenblut.

Auch hier stellen wir der besseren Uebersicht halber die Angaben Lehmann's tabellarisch zusammen.

Pfortader- und Jugularvenenblut.

Bestandtheile	Pfortaderblut	Jugularvenenblut
Wasser	mehr	weniger
Fibrin	weniger	mehr
Blutkörperchen	weniger	mehr
Hämatin	mehr	weniger
Globulin	weniger	mehr
Albumin	weniger	mehr
Fette im Allgemeinen . .	mehr	weniger
Fette des Serums	mehr	weniger
Extractivstoffe	mehr	weniger
Salze des Serums	mehr	weniger

Die Blutkörperchen des Pfortaderblutes erscheinen unter dem Mikroskop oft fleckig, verzerrt und zackig, sind reicher an Hämatin und ärmer an Hämatokrystallin, enthalten aber doppelt so viel Fett, wie die Körperchen des Jugularvenenblutes (Lehmann).

C. Pfortader- und Lebervenenblut.

Pfortader- und Lebervenenblut.

Die Vergleichung des Pfortader- und des Lebervenenblutes bezüglich seiner Zusammensetzung ergiebt physiologisch sehr interessante Verschiedenheiten, die durch sehr umsichtige Untersuchungen verschiedener

Beobachter als festgestellt zu betrachten sind. Das Interesse, welches sich an diese Differenzen knüpft, ist deshalb ein sehr grosses, weil sie beweisen, dass das durch die Pfortader in die Leber gelangende Blut hier sehr wesentliche Zusammensetzungsveränderungen erfährt, die wir auf die Funktion der Leber als gallenbereitendes Organ zurückführen müssen. In der That, wenn wir sehen, dass das durch die Lebervenen aus der Leber strömende Blut nicht nur allein ein ganz geändertes Verhältniss der einzelnen Blutbestandtheile zeigt, sondern auch Stoffe enthält, welche dem Pfortaderblut so gut wie vollständig mangeln, während anderseits Stoffe, welche dem Lebervenenblute mangeln, im Pfortaderblute angetroffen werden, so können wir den Grund dieser Erscheinung nur in einer chemischen Thätigkeit der Leber suchen, der zufolge in diesem Organe sehr wesentliche Umsetzungen des Blutes erfolgen. Welcher Art diese chemische Thätigkeit der Leber möglicherweise ist, haben wir bei Gelegenheit der Besprechung der Bildung der Gallensäuren bereits S. 182 erörtert.

Wir geben hier der Wichtigkeit des Gegenstandes, und der Prägnanz der erhaltenen Resultate halber die von Lehmann und Schmidt erhaltenen Zahlen selbst, und werden dann die Resultate tabellarisch und allgemein ausgedrückt zusammenfassen.

Bestandtheile für 1000 Theile Blutserum:	Pferd, 5 Stunden nach der Fütterung getödtet		Pferd, 10 Stunden nach der Fütterung getödtet	
	Pfortader	Lebervene	Pfortader	Lebervene
Wasser	922,6	893,0	921,7	894,2
Albumin	62,0	74,7	60,1	77,0
Extractivstoffe u. Fett . .	7,6	25,3	9,8	20,0
Salze	7,8	7,0	8,3	8,8

Bestandtheile für 100 Theile Serumrückstand:	Pferd, 5 Stunden nach der Fütterung getödtet		Pferd, 10 Stunden nach der Fütterung getödtet	
	Pfortader	Lebervene	Pfortader	Lebervene
Albumin	81,96	71,37	82,73	75,12
Fett	3,61	2,68	3,76	2,50
Extractivstoffe und lösliche Salze	14,50	25,95	13,50	22,33

Beim Hunde fand Lehmann:

Bestandtheile	In 1000 Theilen Serum		In 100 Theilen Serumrückstand	
	Pfortader	Lebervene	Pfortader	Lebervene
Wasser	898,6	874,8	—	—
Albumin	82,9	88,3	81,21	70,52
Salze	9,9	8,7	9,51	6,90
Extractivstoffe und Fette	9,2	31,7	9,28	23,54

Den Gehalt an feuchten Blutzellen nach der C. Schmidt'schen Methode bestimmt, fand Lehmann im Pfortader- und Lebervenenblut wie folgt:

Bestandtheile für 1000 Theile Blut	Pferde, 5 bis 10 Stunden nach der Fütterung.					
	Pfortaderblut			Lebervenenblut		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Feuchte Blutzellen	600,52	572,63	256,93	776,40	743,40	578,50
Plasma	399,48	427,37	743,07	223,60	256,60	427,50

Für Hunde nach mehrtägiger Fleischfütterung fand Lehmann:

Bestandtheile für 1000 Theile Blut	Pfortaderblut			Lebervenenblut		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Feuchte Blutzellen	459,96	447,16	449,40	694,84	649,48	747,64
Plasma	540,04	552,84	550,60	305,16	350,52	252,36

Sehr merkwürdig ist die durch Lehmann, Cl. Bernard und C. Schmidt erhärtete Thatsache, dass das Pfortaderblut nur sehr wenig oder gar keinen Zucker enthält, während das Blut der Lebervenen daran sehr reich ist.

Vergleichende Bestimmungen des Zuckergehaltes des Pfortader- und Lebervenenblutes wurden von Lehmann und C. Schmidt angestellt.

Thiere	Zuckergehalt für 100 Theile Blutrückstand		Beobachter
	Pfortader	Lebervene	
Pferd	—	0,635	Lehmann.
dito	—	0,893	
dito	0,055	0,776	
Hund mit Fleisch gefüttert	—	0,930	C. Schmidt.
dito	—	0,990	
Hund, zwei Tage nüchtern	—	0,510	

Die rothen Blutkörperchen des Lebervenenblutes sind kleiner und mehr sphärisch wie die der Pfortader, sie werden von Wasser weniger leicht ausgedehnt. Neben diesen veränderten rothen Blutkörperchen ist das Lebervenenblut auch sehr reich an farblosen Zellen oder Lymphkörperchen. Nach den Zählungen von Hirt kommen in der Pfortader auf ein farbloses Körperchen 524 rothe, in der Lebervene dagegen aber nur 136.

Der Wassergehalt des Gesammtblutes wurde von Lehmann in dem Pfortaderblute von Pferden und Hunden durchschnittlich höher gefunden wie im Lebervenenblute, ebenso auch der Fettgehalt und der Eisengehalt. Da nun aber die Blutkörperchen im Lebervenenblute in grösserer Menge zugegen sind, wie oben gezeigt wurde, so müssen die Blutkörperchen des Lebervenenblutes bedeutend ärmer an Hämatin sein.

Uebersichtlich gestalten sich demnach die Resultate der vergleichenden Untersuchung des Pfortader- und Lebervenenblutes wie folgt:

Bestandtheile	Pfortaderblut	Lebervenenblut
Plasma	mehr	weniger
Feuchte Blutzellen	weniger	mehr
Wasser	mehr	weniger
Faserstoff	zugegen	fehlend (?)
Hämatin	mehr	weniger
Globulin	weniger	mehr
Albumin des Serums	mehr	weniger
Extractivstoffe	weniger	mehr
Zucker	fehlend oder nur Spuren	reichlich
Salze	mehr	weniger
Fette	mehr	weniger

D. Vergleichende Zusammensetzung des Blutes anderer Gefässbezirke.

Blut anderer Gefässbezirke.

Bestandtheile	V. jugular.	V. mesaraica	V. lienal.	V. renal.	Art. renal.
Wasser	weniger	mehr?	mehr	—	—
Faserstoff . . .	weniger	—	mehr	—	—
Blutkörperchen	mehr	—	weniger	—	—
Albumin . . .	mehr	—	weniger	—	—
Zucker	—	—	—	weniger	mehr

Milzvenenblut.

Die rothen Blutkörperchen des Milzvenenblutes sind kleiner als die des Milzarterienblutes, vielfach zackig und oft sehr hellroth bis zum Verschwinden aller Färbung. Ihr Inhalt krystallisirt besonders leicht (Funke, Gray). Das Milzvenenblut ist sehr reich an farblosen Blutkörperchen und Körnchenzellen, namentlich im Verhältniss zu den rothen Blutkörperchen. Hirt fand im Milzarterienblute auf 1 farbloses 2179 rothe Blutkörperchen, in den Milzvenen aber auf ein farbloses nur 70 rothe. In dem aus der Milz ausgepressten Blute eines Hingerichteten fand Virchow gar nur 4,9 gefärbte auf 1 farbloses. Die mikroskopische Untersuchung des Milzvenenblutes ergiebt ausserdem dunkelrothe bis schwarz gefärbte Pigmentkörperchen, oft zu Klümpchen aggregirt, oder auch wohl in Zellen eingeschlossen, und Faserstoffschollen (Epithelialzellen). Der eingedampfte Serumrückstand des Milzvenenblutes charakterisirt sich durch eine tief rothbraune Färbung (Gray). Bezüglich des Faserstoffgehaltes lauten die Angaben widersprechend; während Lehmann das Milzvenenblut sehr arm an Faserstoff sein lässt, wäre nach den Beobachtungen von Funke und Gray das Milzvenenblut selbst reicher an Faserstoff wie Aorten-, Milzarterien- und Jugularvenenblut. Ludwig sucht den Grund des höheren Wasser- und Faserstoffgehaltes darin, dass in Folge des im Sterbeact veränderten Blutstromes die rothen Blutkörperchen in der Milz zurückgehalten werden, während das Plasma und die farblosen Körperchen noch austreten konnten.

Menstrualblut.

Das Menstrualblut soll nach den Angaben mehrerer Beobachter kein Fibrin enthalten, allein dieselben sind durch neuere Beobachtungen von E. H. Weber, Virchow, Whitehead und Scanzoni als vollständig widerlegt zu betrachten. Dass das aus der Scheide ausfliessende Blut häufig kein nachweisbares Fibrin enthält, liegt eben einfach darin, weil die Gerinnung bereits innerhalb des Uterus erfolgen kann. Nach den Beobachtungen von Whitehead, die Scanzoni bestätigt, scheint übrigens Vaginalschleim die Gerinnung des Blutes zu hindern. Diese

Verhältnisse sind deshalb von praktischer Bedeutung, weil man, auf den älteren Beobachtungen fussend, in Criminalfällen die Erkennung von Menstrual- und von anderem Blut auf die Ab- oder Anwesenheit von Faserstoff in verdächtigen Blutflecken begründen zu können glaubte.

Blut der Placentargefässe.

Das Blut der Placentargefässe enthält, nach Stas, wenig Albumin und Fibrin, aber viel Natronalbuminat (sogenanntes Serümcaseïn). Nach den Untersuchungen von Denis ist es reicher an Blutkörperchen und ärmer an Wasser wie das Venenblut der Armvenen. Poggiale fand das Blut des Placentarantheils der Mutter reicher an festen Stoffen, wie das des Fötus. Endlich soll nach Picard das Placentarblut reicher an Harnstoff sein, wie das Blut der Mutter.

Verschiedenheiten der quantitativen Zusammensetzung des Blutes unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

A. Einfluss des Geschlechts und Alters.

Einfluss des Geschlechts und Alters.

Auch hier wählen wir zur übersichtlichen Darstellung der nachgewiesenen Differenzen die tabellarische Form.

Bestandtheile	Männer	Frauen	Kinder	Greise	Schwangerschaft
Wasser	weniger	mehr	weniger	mehr	mehr
Fibrin	—	—	weniger	mehr	relativ vermehrt
Blutkörperchen .	mehr	weniger	mehr	weniger	weniger
Albumin . . .	weniger	mehr	mehr	weniger	weniger
Fette	weniger	mehr	—	—	—
Extractivstoffe .	weniger	mehr	mehr	weniger	—
Salze	weniger	mehr	weniger	mehr	—

Das Blut der Frauen ist lichter gefärbt wie das der Männer, specifisch leichter, und entwickelt, mit Schwefelsäure versetzt, einen weniger starken Geruch (Barruel, C. Schmidt). Das Serum des Frauenblutes enthält weniger Salze wie das des Männerblutes, das Gesammtblut der Frauen dagegen mehr Salze wie das der Männer, was für einen höheren Salzgehalt der Blutkörperchen, die im Frauenblute vermindert sind, spricht.

In der **Schwangerschaft** zeigt das Blut eine dunklere Farbe und ein geringeres specifisches Gewicht. In den letzten Monaten der Schwangerschaft aber nimmt die Dichtigkeit des Blutes wieder zu, und ihr parallel geht eine Vermehrung der Blutkörperchen und eine Verminderung des Wassergehaltes (Nasse). Auch sollen sich die farblosen Blutkörperchen in den letzten Monaten vermindern. Der Gehalt an Fibrin steigt bis zur Niederkunft, woraus die Thatsache zu erklären ist, dass zu dieser Periode das Blut meist einen kleinen Blutkuchen mit einer Speckhaut bildet, und an Serum stetig abnimmt. Auch das Serumcaseïn (**Natronalbuminat**) soll im Blute schwangerer Frauen vermehrt sein.

Im **höheren Alter** soll der Gehalt des Blutes an Cholesterin zunehmen.

B. Einfluss der Verdauung und der Art der Nahrung.

Einfluss der Verdauung und Nahrung.

Dass die Verdauung, die Nahrung und die Art derselben auf die Zusammensetzung des Blutes einen bestimmenden Einfluss ausübt, kann nicht Wunder nehmen, wenn man berücksichtigt, dass das Blut der Haupternährungssaft ist, der die assimilirten Stoffe beständig in sich aufnimmt, um sie wieder an die Gewebe abzugeben.

Die Erfahrungen, welche man über die Art des Einflusses, den die Verdauung, das Hungern und Säfteverluste, Fleischnahrung, vegetabilische Nahrung, Brotnahrung, fett- und salzreiche Nahrung auf die Zusammensetzung des Blutes (meist von Thieren) äussert, gesammelt hat, haben wir übersichtlich in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Bestandtheile	Während der Verdauung	Längeres Hungern und Säfteverluste	Fleischnahrung	Vegetabilische Nahrung	Fettreiche Nahrung	Brotnahrung	Salzreiche Nahrung
Wasser	vermindert	vermehrt	vermindert	vermehrt	—	—	—
Fibrin	wenig vermehrt	vermindert	vermehrt	vermindert	—	—	—
Blutkörperchen . .	vermehrt	vermindert	—	—	—	—	—
Lymphkörperchen .	vermehrt	vermindert	—	—	—	—	—
Albumin	vermehrt	vermindert	—	vermehrt	—	—	—
Extractivstoffe . .	vermehrt	vermindert	vermehrt	vermindert	—	Zucker	—
Fette	vermehrt	vermindert	—	vermehrt	vermehrt	—	—
Salze	vermehrt	vermehrt	vermehrt	vermindert	—	—	vermehrt

Hierzu ist noch zu bemerken: Der **Serumrückstand** nimmt immer einige Zeit nach der Anfüllung des Magens mit Nahrungsstoffen zu.

Nach anhaltender vegetabilischer Nahrung und besonders nach Zuckergenuss ist er höher, als nach ausschliesslicher Fleischnahrung. Nach Fleischnahrung enthält das Serum mehr Natronalbuminat wie gewöhnlich. Nach fettreicher Nahrung erscheint das Serum nicht selten milchig getrübt; diese milchige Trübung zeigt sich schon eine halbe Stunde nach der Mahlzeit, nach 12 Stunden aber hat das Serum wieder sein gewöhnliches Ansehen gewonnen. Während der Verdauung sind die farblosen Blutkörperchen in ihrem Verhältniss zu den rothen vermehrt, während beim Hungern das Umgekehrte stattfindet. Nach Brotgenuss erscheint der Zuckergehalt des Blutes vermehrt. In den ersten Tagen soll Entziehung jeglicher (fester und flüssiger) Nahrung den Wassergehalt des Blutes vermindern. Entziehung fester Nahrung bei Wassergenuss dagegen vermehrt in den ersten Tagen den Wassergehalt, der aber bei dieser Lebensweise sich später ebenfalls vermindert. Vermehrung des Wassergenusses bei gleichbleibender Menge fester Nahrungsstoffe ist ohne Einfluss auf den Wassergehalt desBlutes, Vermehrung der festen Nahrungsstoffe dagegen soll den Wassergehalt des Blutes vermindern.

Poggiale und Plouvier fanden nach reichlichem Kochsalzgenuss bei Wiederkäuern und Menschen eine Abnahme des Wassergehaltes des Blutes, eine Beobachtung, welche Nasse bei Hunden nicht bestätigen konnte.

Das Blut der nüchternen und der einige Stunden vorher gespeisten Menschen zeigt keine Differenz des Harnstoffgehaltes.

Harnstoffgehalt des Blutes.

Aus den Versuchen, welche Picard über den Harnstoffgehalt des Blutes unter verschiedenen physiologischen Bedingungen angestellt hat, würde sich als mittlerer Gehalt des Blutes gesunder Individuen an Harnstoff für 1000 Theile Blut 0,16 berechnen. Nach seinen Beobachtungen enthielte das arterielle Blut weniger Harnstoff wie das venöse; der Harnstoff wäre ferner vermehrt bei Greisen, vermindert bei Schwangeren, vermehrt endlich im Placentarblute. Alle diese Beobachtungen aber müssten auf breiterer Basis beruhen, als es thatsächlich der Fall ist, um absolute Geltung beanspruchen zu können.

Zusammensetzungsverschiedenheiten des Blutes unter pathologischen Verhältnissen.

Blut in Krankheiten.

Ueber die Zusammensetzung des Blutes in verschiedenen Krankheiten sind sehr zahlreiche Beobachtungen angestellt. Eine nähere Erörterung dieses Gegenstandes gehört nicht in das Gebiet der physiologischen Chemie und der Physiologie, sondern in jenes der pathologischen Chemie und der Pathologie. Wir geben daher hier nur einen kurzen Ueberblick über die Resultate dieser Beobachtungen, und behalten uns vor, nur da etwas ausführlicher zu werden, wo aus ihnen physiologische Schlüsse gezogen werden können.

Zur übersichtlichen Darstellung derjenigen Verhältnisse, welche keiner weiteren Erläuterung bedürfen, wählen wir auch hier wieder die Tabellenform.

Krankheiten	Blutbestandtheile									
	Abnorme Bestandtheile	Wasser	Fibrin	Blutzellen	Albumin	Extractivstoffe	Harnstoff	Zucker	Fette	Salze
Entzündungen . .	—	—	vermehrt	vermindert	vermindert	—	vermehrt?	—	vermehrt	—
Acute Exantheme .	—	—	—	vermindert	—	—	—	—	—	vermehrt
Intermittens . . .	—	—	—	—	vermehrt	—	—	—	—	vermehrt
Malaria	Gallenfarbstoff	—	vermindert	vermehrt	vermindert	—	—	—	vermindert	—
Morbus Brighti . .	—	—	vermehrt	vermindert	vermindert	—	vermehrt	—	vermehrt	vermehrt
Plethora	—	—	—	vermehrt	vermehrt	—	—	—	—	—
Chlorose	—	vermehrt	vermehrt	vermindert	—	—	—	—	—	—
Hydrämie	—	vermehrt	vermindert	vermindert	vermindert	—	—	—	—	—
Puerperalfieber . .	Gallenpigment, freie Milchsäure	—	vermehrt	vermindert	vermindert	vermehrt	—	—	—	—
Pyämie	—	—	vermindert	farblose vermehrt	—	—	—	—	—	—
Leukämie	Glutin, Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure, Harnsäure, Sarkin, Leucin	—	—	farblose ausserordentlich vermehrt	—	—	—	—	—	—
Cholera	Kohlensaures Ammoniak	vermindert	—	vermehrt	vermehrt	—	vermehrt	—	vermehrt	vermindert
Dysenterie	—	—	vermehrt	vermindert	vermindert	—	—	—	—	vermehrt
Leberkrankheiten .	Tyrosin u. Leucin	—	—	—	—	—	—	—	vermehrt	—
Arthritis	Harnsäure	—	—	—	—	—	vermehrt	—	—	—
Icterus u. gestörte Gallensecretion .	Gallenpigment, Gallensäuren	—	—	—	—	—	—	—	vermehrt	—
Krebsdyscrasie . .	—	—	vermehrt	—	—	—	—	—	—	—
Diabetes	—	vermehrt	—	—	—	—	—	vermehrt	—	—
Typhus:										
a. Anfangsstadium .	—	vermindert	vermehrt	vermehrt	vermehrt	—	—	—	—	—
b. Späteres Stadium	—	vermehrt	—	vermindert	vermindert	vermehrt	—	—	—	vermehrt
Cretinismus . . .	—	vermehrt	vermindert	vermindert	vermindert	—	—	—	—	—
Urämie	Kohlensaures Ammoniak	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gelbes Fieber . .	—	—	—	—	—	—	vermehrt	—	—	—

Zur weiteren Erläuterung der Zusammensetzungsverhältnisse des Blutes in Krankheiten dienen folgende Bemerkungen.

Wassergehalt.

Eine Vermehrung des Wassergehaltes des Blutes beobachtet man in den meisten Krankheiten. Im Beginne acuter Entzündungskrankheiten findet man den Wassergehalt des Blutes vermehrt, das Serum aber für sich betrachtet normal zusammengesetzt. Bald darauf wird aber auch das Serum wässeriger. Eine Ausnahme von dieser Regel scheinen Gelenkrheumatismus, Erysipelas und Puerperalfieber zu machen; es findet hier nämlich eine Abnahme der Blutkörperchen statt, während gleichzeitig die Dichtigkeit des Serums zunimmt. Auch die Anämie, besser Hydrämie, ist vorzugsweise durch eine Vermehrung des Wassergehalts des Blutes ausgezeichnet. Der Ausdruck Anämie ist insofern ganz unberechtigt, weil eine wahrhafte Verminderung der gesammten Blutmasse wissenschaftlich gar nicht bewiesen ist. Die Hydrämie ist stets bedingt durch leichtere Transsudation gewisser Blutbestandtheile.

Eine constante Verminderung des Wassergehalts des Blutes ist mit Sicherheit nur constatirt in der Cholera und bei chronischen Herzleiden, wenn noch nicht Hydrops eingetreten ist.

Faserstoff.

Vermehrung des Faserstoffs findet sich constant bei Entzündungskrankheiten, und zwar oft sehr bedeutend bis zu 10,1 bis 11,8 pr. M. (Gelenkrheumatismus, Pneumonie).

Eine constante Verminderung des Fibrins ist bis nun in keiner Krankheit mit Sicherheit constatirt.

Rothe Blutzellen.

Eine constante Vermehrung der rothen Blutzellen wurde beobachtet bei Plethora, in organischen Herzkrankheiten, in den ersten Stadien der Cholera;

eine Verminderung derselben aber bei Anämie, Chlorose, profusen Diarrhöen, perniciösen Wechselfiebern, in den späteren Stadien des Typhus, nach massigen Exsudaten und Pseudoplasmen, bei chronischen Metallvergiftungen, Entzündungen u. a. m.

Veränderungen in der Zusammensetzung der Blutkörperchen bei Krankheiten.

C. Schmidt hat zuerst die Wahrscheinlichkeit hervorgehoben, dass auch die Blutkörperchen selbst bei gewissen Krankheiten in dem Gewichtsverhältnisse ihrer Bestandtheile gewissen Schwankungen unterworfen sein mögen. Für diese Voraussetzung hat er sehr wichtige experimentelle Beweise beigebracht, die über die Diffusionsvorgänge im Blute Licht verbreiten, und daher von physiologischem Interesse sind.

C. Schmidt hat gefunden, dass in der Cholera, wo bekanntlich sehr heftige Transsudationen aus den Darmcapillaren stattfinden, die Kalisalze und die Phosphate der Blutkörperchen zum Theil in das Serum übergehen, von wo aus sie in die Choleratranssudate gelangen, die überwiegend reich an Wasser und Salzen sind. Die Blutkörperchen werden in Folge dessen reicher an organischen Bestandtheilen. Aehnliche Verhältnisse beobachtet man nach der Anwendung drastischer Laxanzen. Bei anderen Transsudationsprocessen wie bei der Dysenterie, Bright'schem Hydrops u. a. m. findet man die Transsudate sehr reich an Albu-

minaten, und die Blutkörperchen ärmer an Globulin und reicher an Salzen. Indem Schmidt nach seinen Untersuchungen über das Verhältniss des Eisens im Blute zu den Blutkörperchen annimmt, dass im normalen Menschenblute beim Manne auf 1 Thl. Eisen 230 Thle. Blutkörperchen und beim Weibe 229 kommen, kommt er zu dem Resultate, dass in den ersten Stadien des Typhus, wo die Blutkörperchen gewöhnlich eine geringe Vermehrung zeigen, das Eisen und demnach das Hämatin unter obiges Verhältniss herabsinkt, sonach hier die Blutkörperchen ärmer an Hämatin erscheinen. Von der gleichen Berechnung ausgehend will Schmidt in anderen Fällen eine Vermehrung des Hämatins der Blutkörperchen finden; so sollen sie namentlich nach wiederholten Aderlässen ärmer an Globulin und reicher an Hämatin sein. Es sind jedoch diese Angaben, weil auf einer nicht genügend erhärteten Voraussetzung beruhend, mit Vorsicht aufzunehmen.

Farblose Blutzellen.

Eine ausserordentliche Vermehrung der farblosen Blutzellen findet bei Leukämie statt; hier machen sie oft den vierten Theil der gesammten Zellen des Blutes aus. Auch bei Puerperalfieber sollen nach Donders die farblosen Blutzellen im Verhältniss zu den rothen bedeutend vermehrt sein. Bei Pneumonie und Tuberculose hat man ebenfalls bedeutende Vermehrung derselben beobachtet, aber nicht constant, wohl aber scheint sie bei Pyämie constant zu sein.

Ueber Verminderung der farblosen Blutzellen in Krankheiten liegen keine genaueren Beobachtungen vor.

Albumin.

Eine constante Vermehrung des Albumins des Serums ist zunächst in der Cholera, nach dem Gebrauche von drastischen Laxanzen und bei Intermittens beobachtet, eine Verminderung des Albumins dagegen in Entzündungskrankheiten, in den späteren Stadien des Typhus, in Scorbut, Sumpffiebern, Puerperalfiebern, Dysenterie, Morbus Brighti und Hydrops aus verschiedenen organischen Ursachen, zunächst also nach albuminreichen Transsudationen, Exsudaten u. s. f.

Fett.

Eine Vermehrung des Fettgehaltes des Serums ist in den ersten Stadien acuter Krankheiten sehr häufig, und namentlich das Cholesterin erscheint vermehrt. In chronischen Krankheiten wurde eine Vermehrung des Fettes und des Cholesterins beobachtet bei Leberkrankheiten, Morbus Brighti, Tuberculose, Malaria und Cholera. In einem Falle von Peritonitis will Heller im Serum 50,5 Proc. Fett gefunden haben.

Ueber Verminderung des Fettes in Krankheiten sind keine genauen Beobachtungen angestellt.

Extractivstoffe.

Eine Vermehrung der Extractivstoffe hat man bei Puerperalfieber und bei Scorbut beobachtet.

Harnstoff und Zucker.

Eine Vermehrung des Harnstoffs beobachtet man bei Morbus Brighti, Cholera, gelbem Fieber, bei Diabetes und in fieberhaften Krankheiten (Picard).

Eine Vermehrung des Zuckers ist nur bei Diabetes constatirt; auch hier aber ist sie nie sehr bedeutend.

Salze.

Eine Vermehrung des Salzgehaltes des Blutes, namentlich der Alkalisalze, tritt ein bei acuten Exanthemen, beim Typhus, bei Dysenterie, Morbus Brighti, allen Arten von Hydrops, Malaria, perniciösen Wechselfiebern, Scorbut.

Vermindert sind die Salze bei heftigen Entzündungen und in der Cholera.

Physiologische Bedeutung des Blutes.

Eine eingehendere Würdigung derselben ist natürlich Sache der Physiologie, und wir haben es mit den rein physiologischen Beziehungen des Blutes nur insofern zu thun, als zur Feststellung derselben die Chemie Anwendung gefunden hat. Wir haben es demnach hier zunächst mit der allgemein physiologischen Bedeutung des Blutes, mit der Bildung und Rückbildung desselben und mit der Blutmenge zu thun.

a. Allgemein physiologische Bedeutung des Blutes.

Allgemeine physiologische Bedeutung des Blutes.

Das Blut ist der Hauptérnährungssaft des thierischen Körpers, und der Vermittler aller stofflichen Vorgänge in selbem. Die von aussen dem Körper zugeführte Nahrung muss zu Blut werden, um in Gewebe verwandelt werden zu können, denn die Gewebe entnehmen die Materialien zu ihrer Bildung und Entwickelung dem Blute. Die Wechselwirkung zwischen Blut und Geweben einerseits, und zwischen Blut und atmosphärischer Luft durch den Gasaustausch in den Lungen, ist theils Bedingung, theils Folge aller der Ernährungsprocesse, an welche sich das Bestehen des Organismus knüpft. Jedes Capillargefässnetz ist ein Heerd stofflicher Umsetzungen, welche qualitativ und quantitativ wesentlich verschieden sind in den verschiedenen Organen, da jedes Organ vermöge seiner eigenthümlichen morphologischen und chemischen Constitution in einen eigenthümlichen Stoffwechsel mit dem Blute tritt. So wie nun eine beständige Wechselwirkung zwischen Blut und Gewebe die physiologische Bedeutung des Blutes nach der einen Seite charakterisirt, so auch eine Wechselwirkung desselben mit der eingeathmeten Luft, deren nähere Erläuterung bei der Lehre von der Respiration gegeben werden muss. Hier mag es genügen, auf an verschiedenen Stellen Gesagtes zurückzukommen und in Erinnerung zu bringen, dass es das Blut ist, welches den Gasaustausch in den Lungen vermittelt, dass der eingeathmete Sauerstoff in das Blut übertritt, und hier unter Vermittelung der Blutkörperchen zum grössten Theile durch eine gewisse von den Absorptionsgesetzen unabhängige chemische Anziehung fixirt wird, während die durch die umgesetzten Gewebe dem Blute zugeführte Kohlensäure aus demselben wieder ausgeschieden wird. Wir haben daran zu erinnern, dass allem Anscheine nach den Blutkörperchen die Fähigkeit zukommt, den eingeathmeten Sauerstoff in die active Modification zu verwandeln, und

dass durch alle diese Verhältnisse das Blut zu dem Hauptheerde der Oxydationsvorgänge im Thierkörper wird. Seiner Hauptmasse nach in einem bis zu einem gewissen Grade stabilen Zustande der chemischen Zusammensetzung, ist diese Stabilität doch nur die Folge einer fortwährenden, sich aber das Gleichgewicht haltenden Neu- und Rückbildung, der Neubildung durch Assimilation der Nahrung und der Umsetzung durch Gewebsansatz aus den Elementen des Blutes, und der Rückbildung durch Aufnahme der aus dem intermediären Soffwechsel hervorgehenden Umsatzproducte der Gewebe und ihrer Ausscheidung aus dem Blute durch Se- und Excretionen. In diesem Sinne spricht die Physiologie von Blutgefässdrüsen, als von solchen Drüsen, deren Function es ist, irgend welche Einflüsse auf die Beschaffenheit des Blutes auszuüben.

Welcher Art die chemisch-nachweisbaren Veränderungen sind, welche das Blut in einzelnen dieser Blutgefässdrüsen erleidet, ist, soweit darüber überhaupt Untersuchungen vorliegen, bereits bei Gelegenheit der quantitativen Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke erwähnt, namentlich gilt diess für Milz und Leber. Wir haben gesehen, dass das Blut in der Leber offenbar in Folge der Gallenbildung sehr wesentliche Veränderungen erleidet, die sich in der Verschiedenheit des Pfortader- und Lebervenenblutes aussprechen, wir haben im Milzvenenblute Stoffe aufgefunden, die wir in dem Blute anderer Gefässbezirke entweder nicht oder nicht in solcher Menge aufzufinden vermochten. Die Wechselwirkung anderer Drüsen und Organe mit dem Blute ist chemisch nicht weniger greifbar. In Folge dieser Wechselwirkung zwischen Blut und Nieren wird ersteres von gewissen excrementiellen Materien gereinigt, deren Gemisch wir Harn nennen; in Folge der Wechselwirkung zwischen Blut und Lungen wird es von Wasser und Kohlensäure befreit, und dafür mit Sauerstoff gesättigt.

Alle diese Veränderungen mögen überhaupt nur deshalb erwähnt sein, um die allgemein physiologische Bedeutung des Blutes auch als Regulator der stofflichen Vorgänge im Thierkörper zu erläutern.

b. Neubildung und Rückbildung des Blutes.

Der Uebergang der Nahrungsstoffe in Blut wird durch Lymphe und Chylus vermittelt. Letzterer, der unmittelbar in das Blut ergossen wird, ist als werdendes Blut seiner chemischen Zusammensetzung nach aufzufassen, es fehlen ihm aber die rothen Blutkörperchen, und, wie es nach Allem, was wir vom Blute gehört haben, wohl kaum noch eines besonderen Beweises bedarf, sind es gerade diese Formelemente, die seinen Grundcharakter wesentlich bedingen, und seine Functionen vielfach vermitteln. *Neubildung und Rückbildung des Blutes.*

Wie und wo aber diese wichtigen Formelemente des Blutes gebildet werden, ist eine Frage, zu deren Lösung die Chemie bisher nichts *Bildung der Blutzellen.*

beitragen konnte, und die auch von den Physiologen und Histologen, trotz zahlreicher und zum Theil mit grossem Scharfsinn durchgeführter Untersuchungen, noch keineswegs definitiv erledigt ist. Indem wir Jene, welche eine eingehendere Beschreibung dieser Untersuchungen verlangen, auf die neueren Handbücher der Physiologie und Histologie verweisen müssen, beschränken wir uns, da wir sonst auf ein der Chemie ganz fremdes Gebiet gerathen würden, darauf, die wichtigeren Hypothesen über die Bildung der Blutkörperchen kurz zusammenzufassen.

Die Histologen sind so ziemlich darüber einig, dass die rothen Blutkörperchen aus den farblosen: den Lymph- oder Chyluskörperchen, entstehen; diese aber bilden sich zum Theil im Chylus und in den Lymphdrüsen, zum Theil aber nach der Ansicht einiger Histologen (Gerlach, Schäffner, Funke, Kölliker) in der Milz. Als eine dritte Bildungsstätte der farblosen Blutzellen wird von einigen Physiologen und Histologen (Reichert, E. H. Weber, Kölliker) die Leber angesehen, eine Ansicht, der sich auch Lehmann, auf seine Untersuchungen des Pfortader- und Lebervenenblutes sich stützend, anschliesst.

Ueber das Wie der Umwandlung der farblosen in rothe Blutzellen ist noch weniger Sicheres ermittelt, und es handelt sich hier einfach um Hypothesen. Die meisten Anhänger hat die Hypothese, dass sich die ganzen Lymphkörperchen in rothe Blutkörperchen umwandeln, welche sich vorzugsweise auf vergleichend-anatomische Beobachtungen stützt. Nach einer anderen Hypothese sollen es die Kerne der Lymphkörperchen sein, welche sich in die farbigen Blutkörperchen verwandeln. Diese Ansicht gründet sich hauptsächlich darauf, dass im menschlichen Blute zu keiner Zeit rothe Blutkörperchen mit Kernen gefunden werden. Beide Hypothesen hat H. Müller durch die Annahme zu vereinigen gesucht, dass der roth und bläschenartig gewordene Kern mit der Hülle des Lymphkörperchens verwachse und hierdurch das rothe Blutkörperchen entstehe.

Die Rückbildung des Blutes selber als Ganzes gedacht, fällt mit der Rückbildung der Gewebe insofern zusammen, als letztere aus dem Blute entstehen, und als ihre Rückbildung im chemischen Sinne die Rückbildung der Elemente des Blutes ist. Eine andere Frage aber ist die, ob die Elemente des Blutes nicht in diesem selbst schon, ohne vorher zu Geweben geworden zu sein, eine Rückbildung erfahren. Auch hier sind es wieder die Formelemente des Blutes, die Blutkörperchen, die in Frage kommen, weil auch hier wieder nur bei ihnen Anhaltspunkte für die Lösung dieser Frage gefunden werden können.

Rückbildung der Blutzellen.

Es sprechen gewichtige physiologische und histologische Gründe dafür, dass die Blutkörperchen weder eine unbeschränkte Dauer der Existenz haben, noch alle geradeauf in Gewebe verwandelt werden. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass die Blutzelle gewisse Stoffe zu einer gewissen Periode ihrer Reife abgiebt, indem sie selbst zu Grunde geht. Für eine Veränderung der Blutzellen mit ihrer fortschreitenden Entwickelung spricht schon ihr verschiedenes mikrochemisches Verhalten zu

verschiedenen Perioden dieser Entwickelung. Ob sie nach ihrer Auflösung zur Ernährung dienen, oder der regressiven Stoffmetamorphose anheimfallen, ist gänzlich unbekannt.

Ebenso wenig Bestimmtes weiss man über das Wo ihres Schwindens. Nach den Einen erfolgt ihre Auflösung im Blute selbst, und in den Capillaren durch Wechselwirkung des darin enthaltenen Blutes mit den Geweben, nach Anderen (Béclard, Gray, Scherer) würde wenigstens ein Theil derselben in der Milz zu Grunde gehen. Diese Ansicht stützt sich vorzugsweise auf chemische Untersuchungen der Milz und des Milzvenenblutes, welche darin zahlreiche Umsatzproducte, darunter aber namentlich zwei eisenhaltige Pigmente und viel freies Eisen nachwiesen, welche wohl keinem anderen Material als den eisenhaltigen Blutkörperchen ihren Ursprung verdanken können. Auch Gerlach nimmt an, dass in der Milz eine gewisse Anzahl von rothen Blutkörperchen in Folge der Umbildung von Blutkörperchen — haltenden Zellen in Pigmentzellen untergehe; allein bei der notorischen Seltenheit dieser Blutkörperchen — haltenden Zellen genügen nach seiner Ansicht diese Formen durchaus nicht, um bei der massenhaften Neubildung der farblosen Körperchen in Chylus und Lymphe den nothwendigen Verlust des Blutes an rothen Körperchen zu erklären. Entweder müsse man daher annehmen, dass die farblosen Körperchen nur zum kleinsten Theile in farbige umgewandelt werden und schon früher als farblose sich wieder auflösen, oder man müsse zu einer Auflösung der farbigen im Blutplasma seine Zuflucht nehmen. Dass in der Milz farblose Blutkörperchen gebildet werden, kann keineswegs als Einwand gegen die Ansicht, dass darin rothe zu Grunde gehen, gelten, da eine Neubildung von Blutzellen in einer Drüse, welcher nur Blut zugeführt wird, nicht wohl anders als auf Kosten desselben geschehend gedacht werden kann (Lehmann).

c. Blutmenge des menschlichen Körpers.

Die Angaben über die Gesammtblutmenge des Menschen lauten ausserordentlich verschieden. Dass dieselbe im Allgemeinen vom Gewichte des Körpers abhängig ist, erscheint an und für sich klar, und es bedarf daher auch keines weiteren Beweises, dass nur die Feststellung der Verhältnisszahl zwischen Körper- und Blutgewicht von Interesse sein kann. Allein es erscheint sehr fraglich, ob selbst innerhalb der physiologischen Breitegrade dieses Verhältniss ein constantes bleibt, da die Blutfülle der Organe des menschlichen Körpers eine sehr verschiedene ist, und bei Menschen das Verhältniss der einzelnen Organe zu einander und ihre Entwickelung ein sehr wechselndes sein kann. Demnach könnte uns das sehr abweichende Resultat der von mehreren Beobachtern angestellten Untersuchungen nicht Wunder nehmen, auch wenn die verschiedenen dabei angewandten Methoden gleiche Resultate erwarten liessen, was übrigens keineswegs der Fall ist. Vielmehr ist das abweichende Resul- Blutmenge.

tat jedenfalls zum Theil auf die angewandte Methode zurückzuführen, da alle mit gewissen nicht unbedeutenden Fehlerquellen behaftet sind.

Weber und Lehmann's Methode.

Die von E. H. Weber und Lehmann angewandte Methode, um die Blutmenge des menschlichen Körpers approximativ festzustellen, bestand darin, die bei der Enthauptung eines Verbrechers ausfliessende Blutmenge durch Wägen des Individuums vor der Execution und nach derselben, sowie den festen Rückstand des dabei gewonnenen Blutes zu ermitteln, hierauf die Gefässe des Kopfes und des Rumpfes so lange mit Wasser zu injiciren, bis die auslaufende wässerige Flüssigkeit nur mehr gelblich gefärbt erschien, und nun auch den Rückstand der vereinigten wässerigen Flüssigkeiten zu bestimmen. Sieht man von den im Körper trotz des Auswaschens zurückgebliebenen Blutbestandtheilen und den in das Spülwasser übergegangenen sonstigen Körperbestandtheilen ab, so könnte mit Zugrundelegung obiger Daten die Gesammtmenge des Blutes berechnet werden, denn einen Theil des Blutes hätte man direct gewogen, und den anderen könnte man, da der feste Rückstand des direct bestimmten Blutes ebenfalls ermittelt wäre, aus dem festen Rückstande des Injectionswassers berechnen. In zwei derartigen Experimenten fanden E. H. Weber und Lehmann das Verhältniss des Blutgewichts zum Körpergewicht wie 1 : 8.

Die Hauptfehlerquelle dieser Methode liegt in der unrichtigen Voraussetzung, dass einerseits die im Körper nach dem Ausspritzen zurückbleibende Menge Blutes sehr gering und daher auf das Resultat der Berechnung von keinem Einflusse sei, und dass anderseits das Wasser bei diesem Verfahren keine erheblichen Mengen anderer Stoffe auflöse.

Welcker's Methode.

Ein von Welcker vorgeschlagenes, von Heidenhain verbessertes Verfahren der Bestimmung der Blutmenge, zunächst anwendbar bei kleineren Thieren, benutzt die Färbekraft des Blutes, oder besser den Farbenton, den eine bestimmte Menge von Blut einer bestimmten Wassermenge ertheilt. Sind zwei verschiedene Blutvolumina a und a' desselben Individuums mit bekannten Wassermengen b und b' so gemischt, dass beide Mischungen denselben Farbenton geben, so werden sich, vorausgesetzt, dass der Farbenton beider Gemische wirklich derselbe war, in beiden Mischungen gleiche Verhältnisse von Blut und Wasser finden, demnach wird

$$\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'}$$

sein. Sind drei Werthe dieser Gleichung bekannt, z. B. a, b und b', so wird $a' = \frac{a}{b}\, b'$ sein.

Zur Ausführung dieser Methode ist es nöthig, dass man ein bestimmtes Gewicht reinen Blutes des betreffenden Individuums mit einer bestimmten Wassermenge vermischt, dann nach dem Tode durch Verblutenlassen, Injiciren von Wasser in die Gefässe, und Extraction aller Gewebe mit Wasser,

bis letzteres keine rothe Färbung mehr annimmt, sich eine Flüssigkeit verschafft, welche sämmtliches Hämatin enthält. Man verdünnt nun die zuletzt erhaltene Flüssigkeit so lange mit Wasser, bis ihr Farbenton dem der zuerst bereiteten Blutmischung gleich ist. Eine übrigens auf die Theorie des Verfahrens keinen Einfluss äussernde Modification dieses Verfahrens besteht darin, den Farbenton alkalischer, und zwar durch Zusatz von Natronlauge alkalisch gemachter Hämatinlösungen im durchfallenden weissen Lichte zu ermitteln (Hoppe).

Es bedarf kaum weiterer Auseinandersetzung, warum dieses Verfahren sich zunächst nur für kleinere Thiere eignet, denn es ist eine mühselige Aufgabe, sämmtliche Gewebe eines erwachsenen Menschen vollständig auszulaugen. Doch hat Bischoff es bei erwachsenen Menschen (Verbrechern) und Welcker bei Neugeborenen in Anwendung gezogen.

Nach den Beobachtungen von Bischoff verhält sich bei erwachsenen Menschen das Blutgewicht zum Körpergewicht wie 1 : 13, oder, was ein anderer Ausdruck für dasselbe Verhältniss ist, auf 100 Thle. Körpergewicht kämen 7,7 Thle. Blutgewicht.

Bei Neugeborenen fand Welcker nach seinem Verfahren auf 100 Thle. Körpergewicht 5,2 Thle. Blutgewicht, demnach das Verhältniss 1 : 19.

Das von Valentin vorgeschlagene Verfahren gründet sich auf folgende Voraussetzungen: Valentin's Methode.

Ist x die Menge des Rückstandes, welchen das gesammte eingetrocknete Blut eines Thieres hinterlassen würde, und y das Wasser dieses Blutes, so stellt $x + y$ die Blutmasse des Thieres dar. 100 Thle. dieses Blutes würden eingetrocknet hinterlassen, wenn Rückstand R ist:

$$R = \frac{100\,x}{x + y}\,.\ \text{(I)}$$

Fügt man nun zu der Blutmasse $x + y$ ein bekanntes Gewicht destillirten Wassers a, so wird die in den Blutgefässen vorhandene Flüssigkeit

$$= x + y + a \text{ und } R' = \frac{100\,x}{x + y + a}\,.\ \text{(II)}$$

Man hat somit zwei Gleichungen:

$$x = \frac{a\,R\,R'}{(R - R')\,100} \text{ und } y = \frac{(100 - R)\,R'a}{(R - R')\,100}\,,$$

welche zu lösen sind, wenn R und R' bekannt sind. Um aber R und R' zu ermitteln, entzieht man dem Thiere eine kleine Menge Blut, injicirt darauf in die geöffnete Vene ein bekanntes Gewicht destillirten Wassers, und entzieht nach einiger Zeit abermals Blut. Aus beiden Blutproben bestimmt man dann in bekannter Weise die festen Rückstände.

Diese Methode hat nur bei Thieren Anwendung gefunden.

Eine eingehende Kritik der verschiedenen Methoden zur Bestimmung

der Blutmenge findet man bei Ludwig, Lehrbuch der Physiologie 2. Aufl. Bd. II, S. 43.

Zur vergleichenden Chemie des Blutes.

Zur vergleichenden Chemie des Blutes.

Was wir bisher von den chemischen Verhältnissen des Blutes mittheilten, bezog sich allerdings zunächst auf das Blut des Menschen, aber vielfach auch auf das Blut anderer Säugethiere. So wie die Physiologie des Menschen der Natur der Sache nach auf vergleichend-physiologische Untersuchungen an Thieren sich grossentheils stützen muss, so auch die physiologische Chemie. Es leuchtet ein, dass an Thieren gewonnene Resultate unmittelbar auf den menschlichen Organismus zu übertragen sein Bedenkliches hat, und es bedarf jedenfalls aller Vorsicht und der ernstesten Kritik, um sich dabei vor groben Täuschungen zu bewahren. Gerade deshalb muss man sich bei der Einprägung der Grundzüge der Physiologie und physiologischen Chemie immerdar bewusst bleiben, dass hier am Menschen und an Thieren gewonnene Resultate vielfach durch einander laufen und selten scharf geschieden sind. Diess Alles gilt nun auch von der Chemie des Blutes. Es fiel strenge genommen grösstentheils in das Gebiet der vergleichenden Chemie, was wir von der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke, von den Blutgasen, von der Blutasche u. s. w. angaben. Diese Angaben suchten wir aber, wo es anging, für die physiologischen Verhältnisse des menschlichen Organismus zu verwerthen.

In Nachstehendem theilen wir aber die wichtigeren Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Blutes namentlich niederer Thierclassen, mit, deren Blut seinem ganzen Charakter nach meist sehr wesentlich von dem des Menschen und der höheren Säugethiere abweicht; ferner die wichtigeren Abweichungen in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Blutes auch der höheren Thiere, insofern dieselben von vergleichend-physiologischem Interesse sind.

Die Bestandtheile des Blutes der höheren Säugethiere stimmen mit jenen des menschlichen Blutes im Allgemeinen überein, die Differenzen zwischen dem Blute der höheren Säugethiere unter sich, und jenem des Menschen beschränken sich zunächst auf die Gestalt und Grösse der Blutkörperchen, und auf die Verhältnisse gewisser anorganischer Blutbestandtheile, namentlich der kohlensauren und phosphorsauren Alkalien.

Was die Gestalt der Blutkörperchen anbelangt, so ist dieselbe eine runde biconcave bei den meisten Säugethieren, eine Ausnahme davon machen die Blutkörperchen einiger Wiederkäuer, der Kameele, Lamas und Alpakas, welche ovale Scheiben darstellen. Kerne werden bei reifen Säugethieren nicht beobachtet.

Die Blutkörperchen der übrigen Wirbelthierclassen aber sind durchschnittlich elliptisch, und zugleich grösser wie die der Säugethiere. Die grössten Blutkörperchen haben die Reptilien, und unter die-

sen ist es wieder **Proteus anguineus**, dessen Blutkörperchen an Grösse die aller anderen Thiere übertreffen und schon dem freien Auge sichtbar sind. Bei den elliptischen Blutkörperchen findet sich ausserdem ein Zellenkern als constante Bildung. Bei den **Cyclostomen** treten wieder **runde** Blutkörperchen auf, ebenso bei dem auf der niedrigsten Stufe stehenden Wirbelthiere, dem **Amphioxus lanceolatus**.

Die Blutkörperchen der **Wirbellosen** sind gleichfalls **rund**, meist farblos, von sehr verschiedener Grösse und sehr wenig zahlreich.

Grössenverhältnisse derselben.

Bezüglich der Grössenverhältnisse, die für die gerichtliche Medicin unter Umständen sehr wichtig werden, und hier deshalb nicht übergangen werden sollen, geben wir nachstehende Zusammenstellung:

Die Durchschnitts-Grössenverhältnisse bei dem Blute nachstehender Thiere sind folgende:

Mensch	0,0031‴		runde Blutkörperchen.
Ochs	—		
Pferd	0,0025‴		
Kaninchen	0,0028‴		
Elephant	0,0041‴		
Kameel	0,0038‴	l. D.	elliptische Blutkörperchen.
Vögel	0,006‴	„	
Frosch	0,012‴	„	
Knochenfische	0,008‴	„	
Proteus anguineus	0,025‴	„	
Salamander	0,020‴	„	
Haien u. Rochen	0,012‴	„	

In der Grösse stimmen die Blutkörperchen des Ochsen mit den menschlichen überein, die der übrigen Säugethiere, den Elephanten ausgenommen, sind kleiner, und wiederum die der Nager und Wiederkäuer kleiner als die der Carnivoren, nach **R. Wagner** im Verhältnisse von 20 (Mensch) : 15 (Carnivoren) : 12 (Wiederkäuer). Die Blutkörperchen der übrigen Wirbelthierclassen sind alle grösser wie die menschlichen.

Was die Verschiedenheit der Vertheilung der anorganischen Stoffe und namentlich der Carbonate und Phosphate der Alkalien im Blute grasfressender und fleischfressender Thiere betrifft, so haben wir bereits an verschiedenen Stellen dieses Werkes (u. a. S. 90) darauf hingewiesen.

Eigenthümlicher Geruch des Blutes verschiedener Thiere.

Dem Blute kommt ein ihm eigenthümlicher Geruch zu, der besonders bei Behandlung mit Schwefelsäure ($1^1/_2$ Volumen) deutlicher wird. **Barruel** hat zu finden geglaubt, dass das Blut jeder Thierspecies einen anderen charakteristischen Geruch bei dieser Behandlung entwickele, den man dazu benutzen könne, um Menschen- von Thierblut, und letzteres unter sich wieder zu unterscheiden. Nach **Barruel** wäre dieser Geruch dem der Haut- und Lungenausdünstung derselben Thiere entsprechend. **C. Schmidt**, der diese Angaben zunächst näher prüfte, behauptet, dass man auf diese Weise nur Katzen- und Ziegenblut mit Sicherheit, und Hammelblut sowie endlich Hundeblut mit einiger Wahrscheinlichkeit

von den übrigen Blutarten unterscheiden könne. Wahrscheinlich rührt der Geruch von Fettsäuren her; wie namentlich Matteucci gefunden haben will, entwickelt Ziegenblut mit Schwefelsäure Capronsäure.

Der Geruch ist eine subjective Wahrnehmung, und darauf sich stützende Schlüsse sind groben Täuschungen Raum gebend. Wenn wir auch zugeben wollen, dass die geübte Nase eines Chemikers am feuchten Blute der obigen Thierspecies den charakteristischen Geruch zu unterscheiden lernen kann, so ist vor der Anwendung dieser Methode in der gerichtlichen Chemie, wo es sich um die Unterscheidung von Menschen- und Thierblut an oft unbedeutenden eingetrockneten Flecken handelt, doch auf das Ernstlichste zu warnen, da hier, ganz abgesehen von der Verschiedenheit der Geruchsschärfe und Perceptivität, schon die Natur der Untersuchungsobjecte: schmutzige, verschwitzte Wäsche u. dergl., die gröbsten Täuchungen herbeiführen kann.

Quantitative Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Thierclassen.

Was die quantitative Zusammensetzung des Blutes verschiedener Säuge- und Wirbelthiere anbetrifft, so sind darüber von Prévost und Dumas, Denis, Nasse zahlreiche Untersuchungen angestellt.

Omnivoren.

Unter den Säugethieren enthält das Blut der Omnivoren die meisten Blutkörperchen, und daher auch am meisten Eisen und lösliche Phosphate. Es ist ferner am reichsten an Fibrin und an festen Stoffen. Der Salzgehalt soll ein geringerer sein, wie bei anderen Säugethieren. Die Menge des freien (d. h. schwach gebundenen) Alkalis im Blute des Menschen soll geringer sein wie die im Blute der Herbivoren, aber grösser wie bei den Carnivoren.

Carnivoren.

Das Blut der Carnivoren enthält unbedeutend weniger Blutkörperchen, aber weniger Fibrin und mehr Fett.

Herbivoren.

Das Blut der Herbivoren ist unter allen übrigen Blutarten der Säugethiere das an Blutkörperchen ärmste.

Vögel.

Das Blut der Vögel ist ebenso reich an Blutkörperchen wie das der Omnivoren, reicher an Fibrin und Fett, dagegen ärmer an Albumin wie das der Säugethiere.

Kaltblütige Wirbelthiere.

Das Blut der kaltblütigen Wirbelthiere dagegen ist ärmer an Blutkörperchen und reicher an Wasser, wie das Blut aller anderen Wirbelthiere.

Wirbellose Thiere.

Ueber das Blut der wirbellosen Thiere liegen ebenfalls mehrfache zum Theil sehr interessante Beobachtungen vor, obgleich es hier nicht immer leicht ist, zu entscheiden, ob man es bei den betreffenden Untersuchungen mit reinen Untersuchungsobjecten zu thun hatte.

Im Allgemeinen ist das Blut der Avertebraten farblos, oder von gelblich-weisser auch wohl bläulicher Farbe, und enthält auch farblose Zellen.

Das Blut von Helix pomatia wird beim Stehen an der Luft himmelblau, Alkohol giebt ein farbloses Coagulum, Ammoniak hebt die blaue Farbe auf, Salpetersäure soll sie wieder hervorbringen. Es gab bei der quantitativen Analyse 8,393 Proc. organische und 6,12 Proc.

anorganische Bestandtheile, unter letzteren 0,033 Kupferoxyd, aber kein Eisen (v. Bibra und Harless). Bei wiederholten unter meiner Leitung angestellten Untersuchungen wurde die Gegenwart des Kupfers in der Asche des Blutes von Helix pomatia constatirt, aber stets auch Eisen gefunden.

Auch im Blute von Cephalopoden fanden v. Bibra und Harless Kupfer, ebenso A. Genth im Blute von Limulus Cyclops. Die Asche des weisslich-blauen Blutes eines männlichen Individuums hatte die unter A, die des himmelblauen Blutes eines Weibchens die unter B angegebene Zusammensetzung.

Blutasche von Limulus Cyclops.

In 100 Theilen Asche:	A	B
Chlornatrium	83,507	79,207
Chlorkalium	2,395	4,607
Chlormagnesium	1,840	3,848
Schwefelsaures Kali	1,686	3,264
Schwefelsaurer Kalk	3,470	2,159
Kohlensaurer Kalk	1,448	2,950
Pyrophosphorsaure Magnesia	0,444	1,709
Magnesia	5,128	1,959
Eisenoxyd	0,081	Spur
Kupferoxyd	0,085	0,297

Wenige Secunden nach der Entleerung bildete dieses Blut ein gelblich-weisses Coagulum, die blaue Farbe des Blutes verschwand erst mit der Zersetzung des Blutes. Beim Kochen der blauen Flüssigkeit schied sich Albumin aus, und verschwand die blaue Färbung.

Das Blut von Sepien und Octopus ist nach H. Müller und Schlossberger grünlich-blau, das von Unio pictonum bläulich; die Angabe, dass das Blut von Helix pomatia durch Zuleiten von Sauerstoff sofort blau, durch Kohlensäure dagegen wieder farblos werde, während das Blut einiger Cephalopoden (Loligo und Eledone) durch Sauerstoff nicht gefärbt, durch Kohlensäure aber intensiv blau werde, wäre weiterer Prüfung zu unterziehen. Auch im Blute von Sepien und Octopus fanden H. Müller und Schlossberger Kupfer, was für eine allgemeine Verbreitung dieses Metalls bei niederen Thieren zu sprechen scheint.

Das Blut der Teichmuschel (Anodonta cygnea) fand C. Schmidt farblos und schwach alkalisch; es schied ein blasses Faserstoffgerinnsel ab, sowie beim Verdunsten Krystalle von kohlensaurem Natron und kohlensaurem Kalk.

Zur gerichtlichen Chemie des Blutes.

Allgemeine Bemerkungen.

Die Entscheidung der Frage, ob gewisse Flecken auf Kleidungsstücken, Wäsche, auf Holz, Metall u. s. w. von Blut herrühren, ist für die Feststellung des Thatbestandes bei Criminaluntersuchungen nicht selten von grosser Wichtigkeit. Wir geben daher, namentlich im Interesse unserer ärztlichen Leser, eine Uebersicht derjenigen Methoden, die man behufs der Lösung dieser Aufgabe einschlagen muss.

Die von Seite des Gerichts gestellte Frage beschränkt sich häufig nicht darauf, ob die fraglichen Flecken von Blut herrühren, sondern es wird oft auch zu wissen verlangt, ob das Blut Aderblut oder Menstrualblut, ob es faserstoffhaltig sei, oder ob es endlich von Menschen oder Thieren herrühre.

Zur Entscheidung der ersten und meist wichtigsten Frage stehen uns zahlreiche Mittel zu Gebote, doch giebt es trotzdem Fälle, wo die definitive Erledigung der Frage auf eigenthümliche nicht vollständig zu beseitigende Schwierigkeiten stösst. Dies ist z. B. der Fall, wenn die Flecken nur spurenweise vorkommen und schon sehr alt sind, wenn sie ausgewaschen, wenn sie mit etwas überschmiert wurden, wenn sie sich auf Metallflächen befinden, die mit Rost bedeckt sind, u. s. w.

Unsicherheit des Barruel'schen Verfahrens zur Unterscheidung von Menschen- und Thierblut.

Die Constatirung eines Faserstoffgehaltes des Blutes bietet unter Umständen auch keine besondere Schwierigkeit dar, unter gewissen Verhältnissen aber kann dieselbe misslingen; die Unterscheidung endlich von Menschen- und Thierblut ist in der Regel nicht, und überhaupt nur unter besonderen günstigen Voraussetzungen möglich. Das von Barruel vorgeschlagene Verfahren, aus dem sich bei der Behandlung des Blutes mit Schwefelsäure entwickelnden Geruche die Blutart zu erkennen, ist ganz unzuverlässig. Die Unterscheidung der Blutkörperchen und ihrer Grössenverhältnisse aber setzt voraus, einerseits, dass dieselben überhaupt noch zu erkennen oder wieder sichtbar zu machen sind, was bei alten spärlichen eingetrockneten Flecken selten mehr zu erreichen ist, und anderseits, dass die Grössen- und Gestaltverhältnisse sehr abweichende sind. Es wird aus diesem Grunde in bestimmten Fällen und unter bestimmten Verhältnissen allerdings möglich sein, Säugethierblut von Vögel- oder Fischblut an eingetrockneten Flecken zu unterscheiden, nicht aber z. B. Ochsen- oder Schweineblut von Menschenblut, denn in diesem Falle bietet die Gestalt der Blutkörperchen für die Unterscheidung keine Anhaltspunkte dar, und auch die Grössenverhältnisse sind so wenig von einander abweichend, dass sie zur Unterscheidung schon einmal eingetrockneter und dann wieder aufgeweichter Blutkörperchen kaum mit Sicherheit zu verwerthen sind. C. Schmidt fand im Mittel von 40 Messungen den Durchmesser eingetrockneter Blutkörperchen des Menschen zu 0,004 Millimeter und findet die Abweichung von dem Durchmesser ungetrockneter Blutkörperchen gross genug, um darauf eine

Erkennung der Blutkörperchen.

Diagnose zu begründen. Wir müssen demungeachtet aber in allen solchen Fällen, wo es sich um Schuld oder Unschuld eines Angeklagten handelt, zur äussersten Vorsicht mahnen.

Erkennung der Blutflecken auf chemischem Wege.

Was die Erkennung der Blutflecken auf chemischem Wege anbelangt, so lassen sich die vorgeschlagenen Methoden in folgender Weise gruppiren:

1. Methoden, die auf dem Nachweise löslicher Albuminate beruhen.
2. Methoden, welche sich auf den Nachweis vorhandener Albuminate überhaupt und des Stickstoffs beschränken.
3. Methoden, welche den Nachweis des Blutfarbstoffs und Eisens bezwecken.
4. Methoden endlich, welche die Erzeugung der Häminkrystalle zur Diagnose der fraglichen Flecken benutzen.

Von allen diesen Methoden sind die unter 3. und 4. aufgeführten die beweisendsten, während die unter 1. und 2. aufgezählten eine volle Beweiskraft erst dann beanspruchen können, wenn es ausserdem gelungen ist, die Blutkörperchen als solche durch die mikroskopische Untersuchung zu constatiren, oder doch wenigstens das Hämatin mit Sicherheit zu erkennen.

Die unter 2. aufgeführten Methoden sind natürlich vollkommen werthlos, wenn sich die fraglichen Flecken auf thierischen Geweben: auf thierischer Wolle, auf Leder, auf Filz und dergl., befinden, oder wenn die Verwendung des fraglichen Untersuchungsobjectes eine Verunreinigung durch Albuminate anderer Art möglich oder wahrscheinlich erscheinen lässt.

Nachweis löslicher Albuminate.

Den Nachweis löslicher Albuminate in den verdächtigen Flecken bewerkstelligt man dadurch, dass man die auf Zeugen befindlichen herausgeschnittenen Flecken in kaltes destillirtes Wasser bringt, wobei sie, wenn sie von Blut herrühren, sich auflösen und das Wasser roth bis röthlich färben, während die befleckten Stellen selbst blasser werden. Unter dem Mikroskope oder unter der Loupe kann zuweilen auf dem Zeuge das ungelöst gebliebene Fibrin erkannt werden.

Die wässerige Lösung zum Kochen erhitzt wird opalisirend, und scheidet auch wohl grauweisse Flocken geronnenen Albumins aus; Salpetersäure erzeugt darin Trübung oder Niederschlag, Chlorwasser färbt sie anfangs grünlich, entfärbt sie aber später vollkommen und es scheiden sich weissliche Flocken ab. Das Filtrat von diesen Flocken giebt, concentrirt, mit Rhodankalium mehr oder weniger deutliche Eisenreaction. — Säuert man die wässerige Lösung mit Essigsäure an und fügt Ferrocyankalium zu, so entsteht eine weisse Trübung; Gallustinctur endlich erzeugt ebenfalls Trübung oder Niederschlag.

Löst man, falls ihre Menge es zulässt, die durch Erhitzung der wässerigen Lösung erhaltenen Flocken in heisser Kalilauge auf, so erscheint bei nicht zu grosser Verdünnung die Lösung bei durchfallendem Lichte grün, bei auffallendem aber roth, sie zeigt sonach den charakteri-

stischen Dichroismus alkalischer Hämatinlösungen. Behandelt man die durch Kochen ausgeschiedenen Flocken aber mit dem Millon'schen Reagens (vergl. S. 127), so nehmen sie eine ziegel- oder braunrothe Färbung an. Auch die ursprüngliche Lösung, mit dem Millon'schen Reagens erwärmt, scheidet rothe Flocken ab.

Nachweis geronnener Albuminate.

War versucht, die Flecken mit kochendem Wasser auszuwaschen, so geben sie natürlich an Wasser nichts mehr oder nur Spuren ab, weil sie geronnene Albuminate enthalten. In einem solchen Falle behandelt man sie dann mit Wasser, dem etwas Kalilauge zugesetzt ist. Die erhaltene Lösung giebt dann mit Salpetersäure und Chlorwasser Trübungen oder Niederschläge. Durch die Behandlung mit alkalischem Wasser verlieren die Flecken ihre Farbe nicht. Lässt man auf dieselben Salzsäure einwirken, so nimmt diese die färbende Substanz auf. Wird die salzsaure Lösung verdunstet, so bleibt ein Rückstand, der Eisenreaction giebt.

Hämatinproben.

Die Proben, welche sich auf den Nachweis des Hämatins, und zwar einerseits des Dichroismus seiner alkalischen Lösungen, und andererseits seines Eisengehaltes gründen, sind nachstehende:

Werden die verdächtigen Flecken mit schwach alkalischem Wasser ausgezogen und die erhaltenen Lösungen in Glasröhren concentrirt, so erscheint die Auflösung bei einem gewissen Concentrationsgrade im reflectirten Lichte roth, im durchfallenden grünlich.

Behandelt man die Flecken in der Wärme mit Weingeist, dem ein Tropfen Schwefelsäure zugesetzt ist, so verschwinden sie, wenn sie von Blut herrührten. Wird die rothe Lösung verdampft, verkohlt und eingeäschert, so bleibt eine rothe eisenhaltige Asche zurück, die alle Eisenreactionen giebt.

Stickstoffprobe.

Die auf den Nachweis des Stickstoffs in den Flecken sich stützenden Proben sind im Allgemeinen wenig beweisend, wenn nicht andere Proben sie ergänzen und keine controlirende Gegenversuche mit nicht befleckten Stellen der Untersuchungsobjecte angestellt worden sind. Ihre Ausführung besteht darin, die Flecken selbst oder ihre wässerigen oder alkalischen Lösungen mit kohlensaurem Kali (chemisch reinem) vermischt, zu verdunsten, und den getrockneten Rückstand mit etwas kohlensaurem Kali in einer Glasröhre zu schmelzen; bei dieser Behandlung bildet sich, wenn die Flecken von Blut oder von thierischen stickstoffhaltigen Stoffen herrührten, Cyankalium. Schneidet man nach dem Erkalten die Glasröhre über der Schmelze ab, und giebt letztere in Wasser, in welchem sich etwas Eisenfeile befindet, so bildet sich beim Erwärmen Ferrocyankalium, und die filtrirte Lösung mit Salzsäure schwach angesäuert giebt mit Eisenchlorid allmählich einen Niederschlag von Berlinerblau.

Bei Anstellung dieser und ähnlicher Proben hat man sich immer daran zu erinnern, dass sie nichts weiter beweisen, als dass stickstoffhaltige organische Körper vorhanden waren, und dass sie daher bei Flecken auf thierischen Geweben keine Anwendung finden können. Bei diesen

und bei der Eisenprobe ist es übrigens unerlässlich, Gegenversuche mit nicht befleckten Stellen des Zeuges anzustellen.

Hämin-probe. Eine der sichersten und elegantesten Methoden zur Erkennung der Blutflecken ist die sogenannte Häminprobe. Dieselbe beruht auf der Thatsache, dass Eisessig aus getrocknetem Blut beim Erwärmen einen Stoff auszieht, der wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct des Hämatins und unter der Einwirkung des Eisessigs entstanden ist, und den wir unter dem Namen Hämin bereits weiter oben S. 170 näher beschrieben haben.

Das Verfahren zur Erzeugung der Häminkrystalle besteht einfach darin, die fraglichen Flecken selbst, oder unter Umständen ihre zur Trockne verdampften wässerigen Auszüge mit vollkommen wasserfreiem Eisessig (Acetum glaciale) auszukochen, und die kochend heiss bereiteten Auszüge in Uhrgläsern auf dem Wasserbade, oder auch wohl unter der Luftpumpe über Schwefelsäure zu concentriren. War die Blutmenge nicht zu gering, so scheiden sich schon während des Erkaltens, jedenfalls aber beim Concentriren bis nahe zur Trockne, die Häminkrystalle aus; unter dem Mikroskope erscheinen sie als meist rhombische Tafeln, zuweilen mit abgerundeten Winkeln, von röthlich-gelber Farbe durch Rothbraun bis zu tiefstem Schwarz. Diese Krystalle sind unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Essigsäure, Phosphorsäure, Salzsäure; schwer löslich in Ammoniak, verdünnter Schwefel- und Salpetersäure. In Kalilauge lösen sie sich langsam auf, wobei zuerst eine dunkelgrüne Färbung auftritt, die allmählich in intensives Braun und dann in Purpur oder Rosa übergeht. Bei dieser allmählichen Auflösung der Krystalle bilden sich durchsichtige sechsseitige Tafeln (Bryk). Concentrirte Schwefelsäure ruft bei der Lösung der Krystalle ähnliche Farbenerscheinungen hervor.

Es ist zur Erzeugung der Häminkrystalle nothwendig, dass das Blut noch seine löslichen Salze und namentlich Kochsalz enthält; dieser Salzgehalt kann aber Blutflecken durch einwirkenden Regen, Bodenfeuchtigkeit oder auch wohl durch kochendes Wasser entzogen sein; in solchen Fällen gelingt die Erzeugung von Häminkrystallen erst dann, wenn man dem Eisessig ein oder ein paar Körnchen Kochsalz zufügt.

Die Häminprobe ist sehr wichtig und beweisend, weil kein anderer Stoff als Hämatin solche Krystalle liefert. Mit Indigo gefärbte Zeuge mit Eisessig behandelt, liefern allerdings auch Krystalle, dieselben sind aber blau gefärbt und ihre Krystallform ist eine wesentlich andere. Die Anwendbarkeit dieser Methode wird hauptsächlich dadurch beschränkt, dass das Blut seine Krystallisationsfähigkeit verliert, wenn es solchen Stoffen anklebt, die mit dem Hämatin in Wasser unlösliche Verbindungen eingehen, oder wenn die verdächtigen Flecken mit anderen fäulnissfähigen Materien, wie Excrementen, Mistjauche, gemengt oder überschmiert sind. Nach Scriba können die Häminkrystalle unter Umständen auch durch kalte Digestion der Flecken mit Eisessig erhalten werden, und in jenen Fällen, wo zu befürchten steht, dass durch die Essigsäure auch andere Farbstoffe aufgenommen würden, kann es rathsam sein, den kalten wässe-

rigen Auszug der Flecken einzudampfen, und den Rückstand mit Eisessig zu behandeln. Für alte Flecken eignet sich aber dieses Verfahren weniger.

Alle diese Methoden erleiden natürlich in ihrer Ausführung gewisse Modificationen oder auch wohl Beschränkungen, wenn sich die Flecken auf Holz, Metall, Stein und dergl. befinden. Alle diese Modificationen für die einzelnen möglichen Fälle aufzuführen, und eingehend zu besprechen, ist Aufgabe eines Lehrbuchs der gerichtlichen Chemie, und selbst nach Zuratheziehung eines solchen wird dem Experimentirenden dennoch manches selbst zu überlegen übrig bleiben. Hier wollen wir nur daran erinnern, dass Eisenrost bekanntlich stets ammoniakhaltig ist, und dass daher aus dem beim Erhitzen verdächtiger auf rostigem Eisen befindlicher Blutflecken sich entwickelndem Ammoniak kein Schluss gezogen werden kann. Wohl aber kann in solchen Fällen der mit Blut gemengte Eisenrost mit Kalium oder Natrium erhitzt, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, und die wässerige Lösung mit Eisenoxyduloxydlösung und Salzsäure versetzt werden. War Blut vorhanden, so bildet sich Berlinerblau. Reiner Eisenrost für sich so behandelt, verhält sich negativ (H. Rose). Behandelt man auf gerostetem Eisen befindliche Flecken mit Wasser, so kann es endlich leicht geschehen, dass nichts in Lösung geht, da Hämatin mit Eisenoxyd eine in Wasser unlösliche Verbindung eingeht. Erhält man daher mit Wasser ein negatives Resultat, so kocht man mit verdünnter Kalilauge aus, und verfährt im Uebrigen wie weiter oben angegeben wurde. Doch ist zu bemerken, dass die unlösliche Verbindung des Hämatins mit dem Eisenroste erst nach längerer Einwirkung entsteht.

Weitere Belehrung über diesen wichtigen Gegenstand Suchende verweisen wir auf folgende Schriften und Abhandlungen:

C. Schmidt: Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen. — Morin: Faits pour servir à l'histoire du sang, considéré sous le rapport de la chimie légale. — Otto: Anleit. zur Ausmittelung der Gifte. — Handwörterb. d. rein. u. angewandt. Chemie. 2te Aufl. Bd. II., Artikel Blutflecken. S. 177, und bezügl. der Häminprobe. — Brücke: Wien. med. Wochenschr. N. 23. 1857. — G. Büchner u. Simon, Arch. f. path. Anat. Bd. XV. S. 50. — Bryk: Wiener med. Wochenchr. N. 42 bis 45. 1858. — Virchow: Arch. f. path. Anat Bd. XII. S. 334. Scriba: N. Jahrb. f. Pharm. Bd. XVI. S. 129.

Literatur.

Literatur zur Chemie des Blutes. Die grösseren Arbeiten auf diesem Gebiete sind folgende: Prévost et Dumas: Examen du sang et de son action dans les divers phénoménes de la vie. (Biblioth. univers. de Genève. T XVII. — Denis: Recherches expérimental. sur le sang humain considéré à l'état sain. Paris 1830. — Derselbe: Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiol. du sang de l'homme et à l'étude physiologico-pathologique, hygiènique et thérapeutique des maladies de cet humeur. 1838. — Lecanu: Etudes chimiques sur le sang humain. Paris 1837. — Andral et Gavarret: Recherches sur les modifications de proportion de quelques principes du sang etc. dans les maladies. Ann. de Chim. et de Phys. 2. Sér. T. LXXV. — Andral, Gavarret et Delafond: Recherches sur la composition du sang de quelques animaux domestiques. Ann. de Chim. T. V. — Becquerel et Rodier: Recherches sur la composition du sang dans l'état de santé et dans l'état de malade. Paris 1844. — H. Nasse: Handwörterb. der Physiologie. Bd. I. Artikel Blut. S. 75. — Derselbe: Ueber das Blut der Hausthiere: Journ.

f. prakt. Chem. Bd. XXVIII. — Poggiale: Recherches chimiques sur le sang. Compt. rend. T. XXV. — C. Schmidt: Charakteristik der epidem. Cholera. 1850. — Eine vollständige Angabe aller Arbeiten über Blut unterlassen wir, und verweisen auf Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858, wo die Gesammtliteratur sehr vollständig angeführt ist. Den dort gegebenen literarischen Nachweisen fügen wir noch bei: Brücke: Ueber Blutgerinnung. Arch. f. path. Anat. Bd. XII. — Richardson: On the cause of the coagulation of the blood. London 1858. — Lister: Edinburgh. med. Journal. April 1858 über denselben Gegenstand. — Setschenow: Beiträge zur Pneumatologie des Blutes. Sitzungsber. der math. naturw. Classe d. k. Akad. zu Wien. 1859. Bd XXXVI. S. 293.

II. Chemie der Lymphe und des Chylus.

a. Lymphe.

Lymphe.

Zur Abfuhr der Gewebeflüssigkeiten, entstanden theils durch Austritt gewisser Blutbestandtheile durch Diffusion und Filtration in die Gewebe, theils durch Wechselwirkung des Blutes und der in den Geweben bereits enthaltenen Säfte, theils endlich durch die regressive Stoffmetamorphose der Gewebe selbst, sofern diese Flüssigkeiten nicht wieder unmittelbar in das Blut zurücktreten, dienen Röhrensysteme, die mit ihren Endigungen in das Blutgefässsystem sich einsenken: die Lymphgefässe; die in ihnen enthaltene und fortbewegte Flüssigkeit ist die Lymphe.

Eine Abtheilung dieses Lymphgefässsystems: die Lymphcanäle der Schleimhaut des Dünndarms, führen im nüchternen Zustande eine mit der übrigen Lymphe übereinstimmende Flüssigkeit. Zur Zeit der Verdauung aber treten in die Anfänge dieser Gefässe Albuminate, Kohlehydrate und Fette der Nahrung ein. Dadurch ändert sich die Beschaffenheit der Lymphe wesentlich, und sie wird zu dem, was wir Chylus nennen. Durch den Ductus thoracicus wird letzterer aus den Lymphgefässen des Darms gesammelt und dem Blute zugeführt.

Aus diesen physiologischen Umrissen ergiebt es sich von selbst, dass die Lymphe in den einzelnen Gewebs- und Körperbezirken unmöglich von gleicher Mischung sein kann, und dass ihre Zusammensetzung eine noch mehr wechselnde sein muss, wie jene des Blutes unter verschiedenen physiologischen Bedingungen (Verdauung, Art der Nahrung u. s. w.).

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Das äussere Ansehen der Lymphe schon bietet wesentliche Verschiedenheiten dar; sie stellt nämlich eine bald vollkommen farblose, bald gelblich-weisse oder gelbliche, bald endlich (wohl nur wenn sie mit Blut vermischt ist) röthliche, entweder vollkommen klare, oder opalisirende, oder endlich eine weisslich-trübe Flüssigkeit dar, von fade salzigem Geschmack, einem schwachen, eigenthümlichen Geruch und alkalischer Reaction.

So wie das Blut ist auch die Lymphe eine emulsive Flüssigkeit, d. h. eine Flüssigkeit, in der einzelne Bestandtheile wirklich gelöst, andere aber nur suspendirt sind.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Die nur aufgeschwemmten durch das Mikroskop wahrnehmbaren histologischen Bestandtheile der Lymphe sind:

a) Die Lymphkörperchen.
b) Molekularkörnchen.
c) Fetttröpfchen.
d) Rothe Blutkörperchen.

Lymphkörperchen.

Die Lymphkörperchen sind mit den farblosen Blutzellen vollkommen identisch; es kann demnach geradezu auf das beim Blute darüber Gesagte verwiesen werden. Ihre Grösse schwankt bei Menschen und Säugethieren beträchtlich, kann aber im Mittel auf 0,002 bis 0,004 Linien geschätzt werden. Ihr näheres Studium gehört übrigens zu den Aufgaben der Histologie.

Fettmoleküle.

Die Fetttröpfchen finden sich namentlich während der Verdauung, bedingen das trübe oder auch wohl undurchsichtige Aussehen der Lymphe, und finden sich überhaupt in der Lymphe weniger reichlich wie im Chylus. Sie sind ausserordentlich klein, so dass sie selbst bei bedeutender Vergrösserung als feine staubartige Moleküle erscheinen, welche die Brown'sche Molekularbewegung zeigen. Sie scheinen eine aus Albuminaten bestehende Hüllenmembran zu besitzen, da sie nicht zusammenfliessen.

Rothe Blutkörperchen.

Die rothen Blutkörperchen, welche man in der Lymphe gefunden hat, stammen zum Theil wohl aus durchschnittenen Blutgefässen, ein Theil aber scheint der Lymphe wirklich eigenthümlich zu sein. Besonders reich an rothen Blutkörperchen hat man die Lymphe der Milz gefunden. Man hat daraus geschlossen, dass einzelne der Lymphkörperchen schon vor ihrem Eintritt in die Blutbahn sich in rothe Blutkörperchen verwandeln können, und im Milchbrustgange des Kaninchens glaubt Frey sogar Uebergangsformen, ähnlich wie im Milzvenenblute, beobachtet zu haben. Nach Gubler und Quevenne wären die rothen Blutkörperchen der menschlichen Lymphe kleiner wie die des Blutes.

Chemische Bestandtheile der Lymphe.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile der Lymphe sind ganz allgemein ausgedrückt die des Blutplasmas oder die des Serums des Blutes, es sind die Bestandtheile des Plasmas, zuweilen mit Einschluss, zuweilen aber mit Ausschluss des Fibrins, demnach:

Wasser, Albumin, Faserstoff (nicht constant), Fette (Glyceride), Seifen, Cholesterin (?), Extractivstoffe, worunter milchsaure Salze, Harnstoff und Zucker, und die anorganischen Salze des Blutplasmas, jedoch in einem wesentlich geänderten Verhältnisse, vorherrschend Chlornatrium, und wenig phosphorsaure, mehr noch schwefelsaure Alkalien; ausserdem kohlensaure Alkalien und Ammoniaksalze (in der Pferdelymphe).

Hierzu ist zu bemerken, dass sich die mit der Lymphe angestellten chemischen Versuche zum Theil auf menschliche Lymphe, zum Theil aber auf Lymphe beziehen, die von Thieren gewonnen wurde, namentlich von Pferden.

Der Faserstoff findet sich meistentheils in der Lymphe, jedoch keineswegs immer. Wenn er vorhanden ist, stimmt er in seinen Eigenschaften vollkommen mit denen des Blutfaserstoffs überein. Die Bedingungen, unter denen der Faserstoff fehlt, liegen weder in der Blutbeschaffenheit, noch auch in der Geschwindigkeit, mit welcher die Lymphe gebildet wird (Ludwig). Allerdings ist bei reichlich ausfliessender Lymphe das Fehlen des Faserstoffs häufiger, zuweilen aber ist auch die sparsam ausfliessende faserstofffrei (Colin, Ludwig). Die aus demselben Gefässe ausströmende Lymphe selbst ist wechselnd (von Stunde zu Stunde), bald faserstofffrei und bald faserstoffhaltig; ebenso ist zuweilen von zwei Portionen, die gleichzeitig aus den beiderseitigen Halsstämmen mit ungefähr gleicher Geschwindigkeit hervorkommen, die eine schwach oder gar nicht, die andere stark faserstoffhaltig (Ludwig).

Das Albumin der Lymphe stimmt meist mit dem Blutalbumin in seinem Verhalten vollkommen überein, doch beobachteten Geiger und Schlossberger in der Pferdelymphe ein Albumin, welches beim Kochen nicht gerann, beim Abdampfen aber eine Haut bildete (Natronalbuminat, sogenanntes Serumcaseïn). Nasse fand, dass die Asche des mit Wasser und Weingeist erschöpften Lymphalbumins aus Pferdelymphe noch sehr viel kohlensaures Alkali enthielt.

Die oben als Bestandtheile der Lymphe angegebenen milchsauren Salze sind mit Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen, doch ist ihre Gegenwart wahrscheinlich gemacht. Harnstoff wurde in der Lymphe verschiedener Thiere mit Sicherheit nachgewiesen, ebenso Traubenzucker. In der aus dem Halsstamm des Hundes ergossenen Lymphe ist er ein nie fehlender Bestandtheil, selbst wenn er im Blute nicht nachgewiesen werden kann (Krause, Poiseuille, Lefort).

Allgemeines chemisches Verhalten der Lymphe.

Dasselbe stimmt natürlich je nach dem vorhandenen oder fehlenden Faserstoffgehalte der Lymphe bald mit dem des Blutplasmas, bald mit dem des Blutserums überein. Wenn die Lymphe faserstoffhaltig ist, so gerinnt sie nach der Entleerung zu einer farblosen zitternden Gallerte, die sich auf ein im Verhältniss zum Serum sehr kleines Coagulum zusammenzieht, welches die Lymphkörperchen und die sonstigen Formelemente der Lymphe fast vollständig einschliesst. Gubler und Quevenne beobachteten, dass der ursprünglich gelblich-weisse Lymphkuchen der aus dem Oberschenkel einer gesunden Frau ohne Zutritt von Blut erhaltenen Lymphe sich allmählich röthete; dieses Factum konnte dagegen Nasse bei menschlicher Lymphe seinerseits nicht bestätigen.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Quantitative Zusammensetzung der Lymphe.

Ueber das Gewichtsverhältniss der hauptsächlichsten Bestandtheile der Lymphe von Menschen und Thieren sind mehrfache Untersuchungen angestellt; allein nach dem, was wir über den Ursprung dieser Flüssigkeit bereits angeführt haben, kann es nicht Wunder nehmen, dass die erlangten Resultate keineswegs besonders übereinstimmen. Wenn wir daher dieselben in nachstehenden Tabellen übersichtlich zusammenstellen, so geschieht es nicht etwa deshalb, um einen wahren Zahlenausdruck für die quantitative Zusammensetzung der Lymphe zu geben, denn ein solcher lässt sich hier noch weniger wie beim Blute geben, sondern um ein ungefähres übersichtliches Bild von dieser wechselnden Zusammensetzung zu liefern, und an dieses Bild die Bemerkungen anzuknüpfen, die sich aus der Betrachtung der Zahlenverhältnisse folgern lassen.

Quantitative Analysen menschlicher Lymphe.

Menschliche Lymphe:

Bestandtheile in 1000 Gew.-Thln.	Gubler und Quevenne		Marchand und Colberg	Scherer	Nasse
	I.	II.	III.	IV.	V.
Wasser	939,87	934,77	969,26	957,60	940—950
Feste Stoffe	60,13	65,23	30,74	42,40	60— 50
Faserstoff	0,56	0,63	5,20	0,37	1,65
Albumin	42,75	42,80	4,34	34,72	—
Fett	3,82	9,20	2,64	—	—
Extractivstoffe	5,70	4,40	3,12	—	—
Salze	7,30	8,20	15,44	7,31	—

Die Lymphe, welche zu den Analysen von I. und II. diente, war aus dem Oberschenkel einer 39jährigen gesunden Frau gewonnen; sie floss aus, wenn man durch Einreissen der Epidermis varicose Erweiterungen des subcutanen Lymphgefässnetzes öffnete; Nr. III. bezieht sich auf Lymphe, die aus einer Wunde des Fussrückens ausfloss, Nr. IV. stammte aus sackartig ausgedehnten Lymphgefässen des Samenstranges. Nasse stellte seine Untersuchungen mit Lymphe an, die aus einer natürlichen Lymphfistel ausfloss. Von den mitgetheilten Analysen weicht die von Marchand und Colberg so auffallend von den anderen ab, und ihre Zahlen leiden an so bedeutender innerer Unwahrscheinlichkeit, dass sie wenig Vertrauen verdienen.

Lymphe von Thieren:

Quantitative Analysen von Thieren.

Bestandtheile in 1000 Thln.	Pferd.					Esel.
	Gmelin	Leuret u. Lassaigne	Geiger	Nasse	Reuss u. Emmert	Rees
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser	964,30	925,00	983,70	950	960,0	965,36
Feste Stoffe	35,70	75,00	16,30	50	40,0	34,64
Faserstoff	1,90	3,30	0,40	39,11	3,0	1,20
Albumin	21,17	57,36	6,20			12,00
Fett	Spur	—	Spur	0,09	—	Spuren
Extractivstoffe . . .	—	—	2,70	4,88	—	15,69
Salze	10,63	14,34	7,00	5,29	—	5,85
Chlornatrium . . .	—	—	—	4,123	—	—
Kohlensaures Alkali .	—	—	—	0,560	—	—
Schwefelsaures Alkali	—	—	—	0,233	—	—
Erdsalze u. Eisenoxyd	—	—	—	0,310	—	—

I. Mittel aus 2 Analysen der Lymphe des Lendengeflechtes eines Pferdes; II. Lymphe aus dem Halstheile des Lymphgefässsystems eines Pferdes; III. Lymphe aus dem Fusse eines Pferdes; IV. Lymphe (Chylus) aus dem Ductus thoracicus eines Pferdes; V. Lymphe des Plexus lumbalis eines Pferdes; VI. Lymphe der vorderen Extremitäten eines Esels.

Aus den mitgetheilten Analysen ergiebt sich zur Genüge, wie sehr das Gewichtsverhältniss der einzelnen Bestandtheile der Lymphe schwanken kann; doch lässt sich daraus der allgemeine Schluss ziehen, dass die Lymphe im Ganzen weit weniger feste Bestandtheile enthält wie das Blutplasma, jedoch ist die Menge der anorganischen Salze relativ grösser, die des Albumins geringer, die des Fibrins grossen Schwankungen unterworfen, aber im Allgemeinen ebenfalls geringer.

In jüngster Zeit wurden von C. Schmidt Analysen der Lymphe und des Chylus von Pferden veröffentlicht, bei welchen die Bestandtheile des Serums und Kuchens getrennt bestimmt wurden. Des Interesses halber, welches gerade deshalb diese Analysen darbieten, theilen wir eine der die Lymphe betreffenden Analysen mit.

Dieselbe bezieht sich auf Lymphe aus dem einfachen rechten Halslymphstamme eines Füllens bei guter Heufütterung.

1000 Thle. Lymphe enthalten:	955,17 Serum	44,83 Kuchen	Summe	In 1000 Thln. Serum	In 1000 Thln. Kuchen
Wasser	914,68	40,68	955,36	957,61	907,32
Feste Stoffe	40,49	4,15	44,64	42,39	92,68
Fibrin	—	2,18	2,18	—	48,66
Albumin	30,59			32,02	
Fette	1,17	1,54	34,99	1,23	34,36
Extractivstoffe	1,69			1,78	
Mineralsalze	7,04	0,43	7,47	7,36	9,66
Chlornatrium	5,40	0,27	5,67	5,65	6,07
Natron	1,24	0,03	1,27	1,30	0,60
Kali	0,11	0,05	0,16	0,11	1,07
Schwefelsäure	0,08		0,09	0,08	0,18
An Alkalien gebundene		0,01			
Phosphorsäure	0,02		0,02	0,02	0,15
Phosphorsaure Erden	0,19	0,07	0,26	0,20	1,59

Diese Analysen zeigen einen ähnlichen Gegensatz in der Vertheilung der Mineralbestandtheile auf Serum und Kuchen, wie er im Blute besteht, doch ist derselbe nicht so scharf ausgesprochen; er giebt sich am unzweideutigsten in der Vertheilung des Kalis und der an Alkalien gebundenen Phosphorsäure zu erkennen.

Poiseuille und Lefort geben über die Gewichtsverhältnisse des Zuckers in der Lymphe, verglichen mit jenen des Blutes und Chylus, folgende auf 1000 Thle. berechnete Zusammenstellung. Die Zahlen bedeuten Zucker in Grammen.

Zucker-gehalt der Lymphe.

Thiere.	Arterielles Blut	Inhalt des Ductus thoracicus	Halslymphe.
Hund zu Ende der Verdauung	Spuren	1,09	1,66
Pferd (während der Verdauung)	0,69	2,20	4,42
Kuh (während der Verdauung)	0,55	0,68	0,98
		Mesenteriallymphe	
Kuh (während der Verdauung)	0,14	1,86	—
Stier (während der Verdauung)	0,73	1,23	2,66

Eine ähnliche Zusammenstellung giebt A. Wurtz für den Harnstoffgehalt von Blut, Chylus und Lymphe. Harnstoffgehalt der Lymphe.

In 1000 Thln.

Thiere	Fütterung	Blut	Chylus	Lymphe
Hund	Fleisch	0,09	—	0,16
Hund	"	—	0,18	—
Kuh	Klee	0,19	0,19	0,19
Stier	Klee, Raps	—	0,19	0,21
Widder	gewöhnl. Futter	0,25	0,28	—
Pferd	" "	—	—	0,12

Ueber einen etwaigen Gasgehalt der Lymphe sowie über seinen Betrag sind Beobachtungen nicht angestellt; ebenso fehlen genauere Analysen der Lymphasche.

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung der Lymphe unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

Die spärlichen Beobachtungen, die man über die Zusammensetzungsverhältnisse unter verschiedenen physiologischen Bedingungen und in verschiedenen Lymphgefässbezirken gemacht hat, reichen nicht aus, um eine der sich hier aufdrängenden Fragen mit einiger Sicherheit zu entscheiden. Doch je spärlicher das gegebene Material, um so mehr muss es die Aufgabe sein, es zu registriren, um zukünftigen Untersuchungen es möglich zu machen, daran anzuknüpfen, sei es auch nur, um Unrichtiges zu widerlegen und das Lückenhafte zu ergänzen. Schwankungen in der quantitativen Zusammensetzung.

Nach den Beobachtungen von Brücke u. A. treten die Lymphkörperchen in den Lymphgefässen jenseits der Drüsen viel reichlicher auf, als diesseits derselben.

Der Gehalt der Lymphe hungernder Thiere an Albumin soll nach den Beobachtungen von Chevreul, L'Héritier und Gmelin ein grösserer sein, wie der gefütterter, und dem entsprechend sollen auch hungernde Thiere eine wasserärmere Lymphe liefern. Krause bestätigte diese Beobachtungen am Hunde insofern, als auch er fand, dass ein und dasselbe Thier unmittelbar, und in den ersten Stunden nach der Mahlzeit eine um mehrere Procente wasserreichere Lymphe liefert als nach 24stündigem Hungern. Die Geschwindigkeit der Absonderung hat hierauf keinen Einfluss, denn die letztere kann sich bedeutend steigern, ohne dass sich der Gehalt an festen Stoffen ändert.

Die Veränderungen der Lymphe in Krankheiten sind noch gänzlich unbekannt.

Bildung der Lymphe und physiologische Bedeutung derselben.

Bildung der Lymphe.

Die verschiedenen Momente der Bildung der Lymphe sind keineswegs mit solcher Sicherheit festgestellt, dass eine Lücke nicht übrig bliebe; doch scheint so viel ausgemacht, dass die Lymphe ihr Material einerseits von den Wurzeln der Lymphgefässe, und anderseits von den Drüsen bezieht; die Wurzeln scheinen den eigentlich flüssigen Theil der Lymphe zu liefern, während die Formelemente grösstentheils von den Drüsen stammen.

Ursprung der Lymphkörperchen.

Für den Ursprung der Lymphkörperchen aus den Drüsen spricht die bereits oben erwähnte Thatsache, dass dieselben in den Gefässen jenseits der Drüsen viel reichlicher auftreten, als diesseits derselben, sowie dass die Zellengebilde der Lymphdrüsen mit denen der Lymphe identisch sind.

Auf welche Weise man sich die Neubildung der so aus den Lymphdrüsen beständig herausgeflössten Lymphkörperchen erfolgend denkt, gehört in das Gebiet der Histologie, oder besser der conjecturalen Histogenese.

Die Gründe, welche für eine gewisse Beziehung zwischen Lymphbildung und Gewebssaft sprechen, sind gewichtig, doch keineswegs erschöpfend.

Bildung des Lymphsaftes.

Es ist Thatsache, dass die Lymphe reichlicher ausströmt, wenn in den Geweben Säftezufluss in gesteigertem Maasse stattfindet. Diess ist durch Experimente genügend erhärtet. Allein diese Thatsache ist einer doppelten Interpretation fähig. Sie kann nämlich dadurch bedingt sein, dass die Entstehungsmomente beider Flüssigkeiten die gleichen oder analoge wären. Anderseits wäre es ebenso gut möglich, dass der Gewebssaft selbst zu Lymphe wird. Für die letztere Alternative sprechen mehrfache Erfahrungen, so dass sie als die wahrscheinlichere zu bezeichnen ist. Diese Erfahrungen sind aber so rein physiologischer und physiopathologischer Natur, dass wir nicht näher darauf eingehen können. Man findet die Frage eingehend erörtert in Ludwig's Lehrbuch der Physiologie 2. Aufl. Bd. II, S. 579, auf welches wir hiermit verweisen. Wir bemerken hier nur so viel, dass diese Erfahrungen, die für den unmittelbaren Uebergang des Gewebssaftes in Lymphe sprechen, sich vorzugsweise auf den beobachteten Ablauf der Oedemflüssigkeit aus ödematösen Geweben durch die Lymphgefässe, und auf die Aehnlichkeit der Zusammensetzung der ödematösen Flüssigkeit mit jener der Lymphe beziehen.

Nach den neuesten Untersuchungen von C. Schmidt wäre die Lymphe als reines Plasma-Transsudat zu betrachten. Nach von ihm angestellten quantitativen Versuchen würde sich mindestens die Hälfte der Gesammtblutmenge, oder besser der Intercellularflüssigkeit binnen 24 Stunden in eine Salzlösung mit halbem Albumingehalte: Lymphe, spalten, die aus dem Blutgefässe ins Lymphgefäss hinein transsudirte, — und Blut-

zellen nebst einem Reste der Intercellularflüssigkeit, die weiter circulirend durch stetig wieder zuströmenden Chylus auf die ursprüngliche typische Normalconstitution zurück verdünnt würden. Volum und Salzgehalt der binnen 24 Stunden den Milchbrustgang durchströmenden Chylusmenge ist nahezu gleich dem Gesammtvolumen der im Körper circulirenden Intercellularflüssigkeit des Blutes. Für diese Verhältnisse hat C. Schmidt nachstehende Vergleichszahlen gegeben:

Es enthalten:	Wasser	Feste Stoffe	Fette	Fibrin	Albumin etc.	Salze incl. Eisen
1000 Grm. Blut . . .	805,49	194,51	2,64	3,31	150,37	7,56
483 „ Lymphe . .	461,70	21,57	0,63	1,05	16,28	3,61
516,7 Rest an Blutzellen und Plasma weiter circulirend . . .	343,79	172,94	2,01	2,26	134,09	3,95

Da diese Processe, Secretion aus und Rückfluss des Lymphsecretes in die Blutmasse, stetig neben einander hergehen, so muss die Zusammensetzung des Blutes und der Lymphe unter normalen Bedingungen constant bleiben.

Die physiologische Bedeutung der Lymphe ergiebt sich ohne Weiteres aus dem Mitgetheilten. Gleichgültig, wie wir uns die Bildung der Lymphe in ihren einzelnen Phasen denken, sicher ist es, dass sie aus den Geweben stammt, sicher ist es, dass durch ihre Vermittelung die in letzteren sich anhäufenden Stoffe hinweggeführt werden, insofern sie nicht ins Blut direct zurückkehren; aber nicht, um aus dem Körper zu treten, sondern um der Neubildung des Blutes Material zu liefern, und um zum Theil wieder in das Blut zurückzukehren, damit ihre Ausscheidung durch Haut, Lunge und Niere ermöglicht werde. Physiologische Bedeutung.

Die Lymphe ist demgemäss ein Factor eines intermediären Flüssigkeitskreislaufes; sie stellt den Rückstrom aus den Geweben zum Blute dar.

b. Chylus.

Unter Chylus verstehen die Physiologen die Flüssigkeit, welche aus dem Darme in die denselben umgebenden Chylusgefässe eintritt. Im nüchternen Zustande der Thiere führen diese Gefässe, wie bereits oben erwähnt wurde, eine mit der Lymphe übereinstimmende Flüssigkeit. Zur Zeit der Verdauung aber und bei gefülltem Darm treten in die Anfänge der Chylusgefässe Stoffe aus dem Darme über, die als Speisebrei (Chy- Anatomische Vorbemerkungen.

mus) oder als Drüsensaft sich in selbem befinden. Es wird daher der Inhalt der Chylusgefässe zu dieser Periode ein qualitativ und quantitativ anderer; er wird zum Chylus. Die kleineren chylusführenden Gefässe vereinigen sich sämmtlich in dem Ductus thoracicus oder Milchbrustgang, in welchen auch die eigentliche Lymphe mündet. Der Ductus thoracicus aber mündet in die Vena subclavia sinistra ein.

Ebenso wie die Lymphe ist demnach auch der Chylus eine Flüssigkeit, welche in ihrer Zusammensetzung bedeutenden Schwankungen unterworfen sein muss, denn sie enthält einerseits Lymphe, deren chemische Beschaffenheit ja selbst eine wechselnde ist, und anderseits Stoffe aus dem Darm, deren Natur nach der Beschaffenheit der Nahrung wenigstens bis zu einem gewissen Grade wechselt.

Wir schicken der näheren Betrachtung der physikalischen und chemischen Verhältnisse des Chylus noch die Bemerkung voraus, dass die meisten darüber angestellten Untersuchungen aus leicht begreiflichen Gründen sich auf Chylus von Thieren, und zwar genauer gesagt, auf jenes Gemenge von Chylus und Lymphe beziehen, welches im Milchbrustgange enthalten ist.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der aus dem Ductus thoracicus in der Verdauung begriffener Thiere entnommene Chylus ist eine milchig-opalisirende, gelblich-weisse oder auch wohl blassröthliche Flüssigkeit von schwachem, eigenthümlichem Geruche und fade-salzigem Geschmack. Sie reagirt schwach alkalisch, und ihre Dichtigkeit schwankt nach den Beobachtungen von Owen Rees und Marcet zwischen 1,012 und 1,022.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Auch im Chylus sind gewisse Bestandtheile desselben im Wasser desselben wirklich gelöst, während andere, seine Formelemente, darin suspendirt sind.

Diese Formelemente stimmen im Allgemeinen mit denen der Lymphe überein. Es sind folgende beobachtet:

1. Die Chyluskörperchen von 0,002 bis 0,0055''' Durchmesser.
2. Feine staubartige, die Brown'sche Molekularbewegung zeigende Fettmoleküle mit einer aus Albuminaten bestehenden Hülle.
3. Elementarkörnchen von 0,0001 bis 0,0005''' Durchmesser.
4. Fetttröpfchen.
5. Rothe Blutkörperchen.

Die Chyluskörperchen sind mit den Lymphkörperchen identisch; dasselbe gilt von den staubartigen Fettmolekülen. Die Elementarkörnchen bestehen nach Gerlach ebenfalls aus Fett und einer Albuminathülle, und unterscheiden sich von den staubartigen Fettmolekülen nur durch ihre messbare Grösse und ihre Neigung, sich zu Häufchen zu vereinigen.

Von den rothen Blutkörperchen des Chylus gilt alles bei Gelegenheit der Lymphe Gesagte.

Mikroskopische Abbildungen der Formelemente des Chylus während der Verdauung bei Funke: Atlas, 2. Aufl., Taf. XIII, Fig. 6.

Chemische Bestandtheile des Chylus:

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des Chylus sind dieselben wie jene des Blutes minus der Blutkörperchen, demnach:

Wasser, Albumin, Faserstoff, Fette (Glyceride), Seifen, Extractivstoffe, worunter Zucker, Harnstoff und milchsaure Alkalien (im Chylus der Pferde) und die anorganischen Salze des Blutplasmas, vorherrschend Chloralkalien, weniger phosphorsaure Alkalien und, wie es scheint, keine schwefelsauren.

Es muss vorläufig noch dahin gestellt bleiben, ob der von verschiedenen Beobachtern constatirte geringe Eisengehalt der Chylusasche als dem Chylus wesentlich anzusehen ist, da er möglicherweise auch von dem Chylus meist beigemischten rothen Blutkörperchen herrühren könnte.

Der Faserstoff des Chylus zeigt eine geringe Contractionsfähigkeit; er bleibt geronnen gallertig, und löst sich in Salzlösungen leichter wie der Blutfaserstoff.

Das Albumin zeigt zum Theil den Charakter des Serumcaseins oder Natronalbuminats; es gerinnt nicht in grösseren Flocken beim Kochen, wird durch Essigsäure theilweise gefällt, und scheidet sich beim Abdampfen des Chylus in Häuten ab.

Die im Chylus enthaltenen reichlichen Mengen von Alkalien sollen nach den Angaben Lehmann's zum Theil an Albumin, Fettsäuren und Milchsäure gebunden sein.

Allgemeines chemisches Verhalten des Chylus.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Neun bis zwölf Minuten nach der Entfernung aus dem Körper coagulirt der Chylus; das Coagulum, welches sich nach zwei bis vier Stunden contrahirt hat, ist sehr weich, zerreisslich und zuweilen gallertartig; an der Luft färbt es sich, namentlich das von Pferden, röthlich. Das Chylusserum erscheint nach der Abscheidung des Coagulums nie vollkommen klar. Beim Verdünnen mit Wasser wird es nicht stärker getrübt. Beim Kochen mit Wasser entsteht in der Flüssigkeit eine milchige Trübung, aus der sich nur spärliche Klümpchen abscheiden; Essigsäure bewirkt im Chylusserum starke Trübung. Beim Abdampfen der von dem Eiweisscoagulum abfiltrirten Flüssigkeit bilden sich auf deren Oberfläche farblose, durchsichtige Häute. Schüttelt man das Chylusserum mit Aether, so wird es vollkommen klar, zwischen Aether und Serum scheidet sich aber dann eine weissliche Substanz ab (Hüllen der Fettmoleküle ?).

Nach den in jüngster Zeit von A. Schmidt veröffentlichten Beobachtungen gerinnt Chylus in wenigen Augenblicken, wenn man ihn mit einer kleinen Quantität defibrinirten Blutes versetzt. Spontan ausge-

presstes, ganz klares blutkörperchenfreies Serum beschleunigt ebenfalls die Gerinnung des Chylus, aber in viel geringerem Grade. Je mehr Blutkörperchen das Serum enthält, desto stärker ist die Wirkung.

Zusatz von Wasser, das mit Kohlensäure gesättigt ist, verzögert die Gerinnung des Chylus um $2^1/_2$ Stunden. Mit Sauerstoff gesättigtes Wasser ist ohne Einwirkung.

Quantitative Zusammensetzung des Chylus.

Quantitative Zusammensetzung.

Von dieser gilt alles bei der Lymphe Gesagte. Von einer constanten Zusammensetzung kann natürlich auch hier keine Rede sein, ja die Schwankungen in der Zusammensetzung müssen sich hier der Natur der Sache gemäss noch viel beträchtlicher gestalten, wie bei der Lymphe. Die Schwankungen sind nämlich hier durch noch zahlreichere Momente bedingt, namentlich auch durch die Zusammensetzung des flüssigen Darminhalts, des Blutes, und die relativen Uebergewichte der Kräfte, welche die Chylusgefässe füllen. Die einmal in die Chylusgefässe übergetretene Flüssigkeit muss ferner veränderlich sein je nach der Zahl der Drüsen, die sie bereits durchströmt hat.

Auch die quantitativen Analysen des Chylus beziehen sich zumeist auf Chylus aus dem Ductus thoracicus und zwar natürlich von Thieren. Wir stellen die vollständigeren derselben in nachstehender Tabelle zusammen. Wir schicken aber derselben noch die Bemerkung voraus, dass man eine Methode der Bestimmung der Chyluskörperchen bisher noch nicht kennt, und sich dieselben in den für die übrigen Bestandtheile gefundenen Werthen auf Fibrin und Albumin vertheilen.

Bestandtheile in 1000 Thln.	Pferd Fr. Simon Ductus thoracicus	Katze Nasse	Esel O. Rees Von dem Ductus thoracicus	Hund C Schmidt	Kuh Lassaigne	Mensch O. Rees
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser . . .	928,23	905,7	902,37	916,65	964,40	905,0
Feste Stoffe . .	71,77	94,3	97,63	83,35	35,60	95,0
Faserstoff . .	0,72	1,30	3,70	2,12	0,95	Spur
Albumin . . .	49,89	48,90	35,16	35,79	28,00	70,80
Fette	4,89	32,70	36,01	33,02	0,40	9,20
Extractivstoffe } Salze . . . }	11,42	— } 11,40	15,65	4,03	0,55	—
			7,11	8,39	5,70	—
Chlornatrium . .	—	7,10	—	—	5,00	—
Alkalisalze . .	—	2,30	—	—	0,20	—
Erdsalze . . .	—	2,00	—	—	0,30	—
Eisenoxyd . .	—	Spur	—	—	—	—

I. Mittel aus 3 Analysen aus Pferdechylus des Ductus thoracicus, mit Erbsen und Hafer gefüttert; VI. Chylus eines Hingerichteten.

Als Resultate von 16 Analysen des Chylus von Pferden ergeben sich folgende Schwankungen: Maximum des Wassergehaltes 967,9, Minimum 871,0; Maximum des Albumingehaltes (aus 11 Analysen) 60,53, Minimum 19,32; Maximum des Fettgehaltes 36,01, Minimum: Spur.

Aus diesen Analysen könnte die allgemeine Schlussfolgerung gezogen werden, dass der Chylus durchschnittlich reicher an festen Stoffen ist, wie dieLymphe, namentlich aber an Fett, was sich aus der Abstammung des Chylus erklären würde. Allein C. Schmidt ist in jüngster Zeit bei seinen Untersuchungen an Pferden zu wesentlich abweichenden Resultaten gelangt. Nach dem Resultate seiner Analysen würde der Inhalt des Ductus thoracicus von Pferden sich von jenem des rechten grossen Halslymphstammes qualitativ wie quantitativ fast nur durch einen geringen Eisengehalt unterscheiden. Den Gehalt an Fetten fand er nach Heufütterung äusserst gering, und etwa dem des betreffenden Blutes gleich. Als Beleg geben wir nachstehende Analyse. Dieselbe bezieht sich auf Chylus aus dem Ductus thoracicus eines gesunden Füllens. Das Thier hatte drei Stunden vor dem Versuche Mehlbrei und Heu gefressen:

1000 Grm. Chylus enthalten:				1000 Grm. Serum	1000 Grm. Kuchen
	967,44 Serum	32,56 Kuchen	Summe		
Wasser	927,29	28,90	956,19	958,50	887,59
Feste Stoffe	40,15	3,66	43,81	41,50	112,41
Fett	0,48	0,05	0,53	0,50	1,54
Seifen	0,27	0,01	0,28	0,28	0,27
Fibrin	—	1,27	1,27	—	38,95
Albumin Extractivstoffe	29,85 2,24	2,15	34,24	30,85	65,96
Hämatin	—	0,06	0,06	—	2,05 (incl. 0,14 Eisen)
Salze, excl. Eisen . .	7,31	0,18	7,49	7,55	5,46
Chlornatrium	5,76	0,08	5,84	5,95	2,30
Natron	1,13	0,04	1,17	1,17	1,32
Kali	0,11	0,02	0,13	0,11	0,70
Schwefelsäure	0,05	—	0,05	0,05	0,01
An Alkalien geb. Phosphorsäure	0,02	0,03	0,04	0,02	0,85
Phosphorsaurer Kalk .	0,19	0,01	0,20	0,20	0,25
Phosphorsaure Magnesia	0,05	—	0,05	0,05	0,03
Aschenmenge durch Einäscherung . . .	8,11	0,20	8,31	8,38	6,26
Kohlensäure der Asche	0,80	0,02	0,82	0,83	0,60

Bezüglich des Zucker- und Harnstoffgehaltes verweisen wir auf die Lymphe, wo die vorhandenen Bestimmungen mitgetheilt sind.

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung des Chylus unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

Physiologische Schwankungen.

Dass der Chylus je nach den verschiedenen Körperregionen, denen er entnommen wird, auch eine verschiedene Zusammensetzung zeigen muss, ist bereits aus dem über seine Entstehung und Natur Gesagten zur

Genüge ersichtlich. Experimentelle Beweise für diesen Satz hat man bisher wenig beigebracht, und zwar einfach wegen der grossen Schwierigkeit, eine genügende Menge von reinem Chylus anderswoher als aus dem Ductus thoracicus zu gewinnen. Doch haben Tiedemann und Gmelin die Zusammensetzung des Chylus eines Pferdes aus dem Ductus thoracicus, hinter den Mesenterialdrüsen, und vor denselben verglichen. Das Resultat dieser Analysen ist in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Chylus verschiedener Gefässbezirke.

Bestandtheile für 1000 Theile	Chylus aus Ductus thoracicus	Chylus hinter der Mesenterialdrüse	Chylus vor der Mesenterialdrüse
Wasser	967,9	948,6	871,0
Feste Stoffe	32,1	51,4	129,0
Fibrin	1,9	3,1	Spur
Albumin	19,3	24,3	35,8
Fett	Spur	12,3	90,3 (?)
Extractivstoffe u. Salze	10,1	9,6	

Es erscheint jedoch bedenklich, aus diesen Ergebnissen allgemeine Schlüsse zu ziehen, einmal der Unvollkommenheit der angewandten analytischen Methode wegen, und dann weil ja nicht dargethan ist, dass der jenseits der Drüse fliessende Chylus vor dieser dieselbe Zusammensetzung besass, wie jener, welchen man behufs der vergleichenden Analyse aus den Gefässen vor den Drüsen genommen hatte.

Dass der Chylus erst hinter den Mesenterialdrüsen Faserstoff führe, wie Tiedemann und Gmelin angenommen haben, konnte von anderen Beobachtern nicht bestätigt werden, dagegen sind alle Beobachter darüber einig, dass jenseits der Drüsen die Lymphkörperchen ausserordentlich zunehmen, was, wie wir oben gezeigt haben, auch von der Lymphe gilt, sowie umgekehrt, dass sich der Fettgehalt des Chylus um so mehr vermindere, je mehr sich der Chylus dem Blute nähert. Der Grund letzterer Erscheinung ist wohl darin zu suchen, dass ein Theil des Fettes allmählich verseift wird, während ein anderer vielleicht in den Drüsen zur Zellenbildung verwendet wird.

Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung des Chylus.

Die Nahrung und die Art derselben übt selbstverständlich auf die chemische Zusammensetzung des Chylus einen sehr bedeutenden Einfluss aus, doch ist über diesen Einfluss wenig durch den Versuch festgestellt.

Nach dem Erörterten bedarf es keines weiteren Beweises, dass von eigentlichem Chylus bei hungernden und nüchternen Thieren eigentlich keine Rede sein kann, denn der Chylus entsteht ja erst durch den Ueber-

tritt der im Darm enthaltenen Stoffe: des Chymus, in die Lymphgefässe des Darms. Die in den Lymphgefässen des Darms hungernder Thiere enthaltene Flüssigkeit wird daher in ihrer Zusammensetzung sich mehr oder weniger der eigentlichen Lymphe nähern.

Ueber die Zusammensetzungsdifferenz des Chylus des Ductus thoracicus von Pferden im nüchternen Zustande und nach der Fütterung mit Hafer haben Tiedemann und Gmelin Versuche angestellt, deren Resultate H. Nasse in Durchschnittszahlen berechnet hat. Wir haben dieselben tabellarisch zusammengestellt.

Bestandtheile für 1000 Theile	Nüchtern	Nach der Fütterung mit Hafer
Wasser	939,7	944,8
Feste Stoffe	60,3	55,2
Fester Rückstand des Chyluskuchens (Fibrin, Chyluskörperchen, Fett)	10,6	4,4
Albumin	40,7	31,4
Fett	Spur	8,2
Extractivstoffe u. Salze	11,40	12,1

Wollte man hieraus allgemeine Schlüsse ziehen, so käme man zu dem sonderbaren Resultate, dass der Chylus gefütterter Thiere reicher an Wasser und ärmer an festen Stoffen und namentlich an Albumin wäre, wie jener nüchterner Thiere. Eine Zunahme würden nach der Fütterung nur das Fett und die Extractivstoffe und Salze erfahren. Allein zu allgemeinen Schlussfolgerungen eignen sich obige Beobachtungen um so weniger, als diesen Beobachtungen andere entgegenstehen, denen zufolge der Chylus gefütterter Thiere reicher an festen Stoffen wäre, wie der nüchterner. Wenn man die von einer Menge von Umständen abhängige Zusammensetzung des Chylus, eines so gemischten Saftes, berücksichtigt, wird man überhaupt von derartigen vergleichenden Untersuchungen nicht viel erwarten dürfen, denn man weiss ja niemals, ob der nach der Fütterung analysirte Chylus vor derselben ebenso zusammengesetzt war, wie die dem nüchternen Thiere entnommene Probe. Sicher ist nur, und diess wird von allen Beobachtern gleichmässig constatirt, dass der Fettgehalt des Chylus nach der Fütterung, also während der Verdauung, beträchtlich zunimmt, dagegen kann über den Einfluss der Nahrung auf den Albumin- und Fibringehalt schon deshalb nichts Sicheres constatirt werden, weil diese Bestandtheile zum Theil durch Transsudation aus dem Blute in den Chylus gelangen, zum Theil aber auch in wechselnden Mengen

durch die Lymphe dem Ductus thoracicus, auf den sich ja alle diese Analysen nur beziehen, zugeführt werden.

Einfluss der Art der Nahrung.

Was die Art der Nahrung anbetrifft, so weiss man über den Einfluss derselben auf die Beschaffenheit des Chylus ebenfalls nur wenig. Fettreiche Nahrung, sowie Fleischnahrung, die ja immer auch erhebliche Mengen von Fett in sich schliesst, bedingt Vermehrung des Fettgehalts. Dagegen bedingen Kohlehydrate nach den Erfahrungen von Lehmann keine entschiedene Vermehrung des Chylusfetts.

Ueber die pathologischen Veränderungen des Chylus sind Untersuchungen nicht angestellt.

Methode der Analysen.

Die Methoden der quantitativen Analysen des Chylus sind die der Analyse des Blutplasmas. Eine Methode der Bestimmung der Lymph- oder Chyluskörperchen fehlt.

Bildung des Chylus und physiologische Bedeutung desselben.

Bildung des Chylus.

Der Chylus ist das Product der Vereinigung der Lymphe mit den aus dem Darme in die Lymphgefässe desselben übertretenden Stoffen. Es kann demnach darüber, wie seine Bildung zu Stande kommt, kein Zweifel herrschen.

Was nun aber die einzelnen Bestandtheile desselben anbelangt, so hat man über ihren Ursprung für die Physiologie der Blutbildung und Ernährung nicht unwichtige Fragen aufgeworfen, allein diese Fragen erscheinen noch keineswegs definitiv gelöst. Eine dieser Fragen betrifft den Ursprung des Albumins des Chylus. Da die Albuminate der Nahrung durch den Verdauungsprocess in Peptone (s. S. 153): nichtcoagulable Materien umgewandelt werden, so müssen diese irgendwo, um den Verbrauch von Albumin im Blute zu decken, wieder in Albumin zurückverwandelt werden, und es steht nun zur Frage, ob diese Rückverwandlung bereits im Darme oder erst in den Chylusgefässen stattfindet. Frerichs bekennt sich zur ersteren Ansicht, Lehmann zur letzteren. Beide stützen sich dabei auf Versuche, deren Resultate aber keineswegs strict beweisend sind, und daher Interpretationen nöthig machen, die bereits dem Gebiete der Hypothese angehören. Da deshalb die Angelegenheit noch als eine offene Streitfrage anzusehen ist, halten wir es nicht für nöthig, hier näher darauf einzugehen. Die andere Frage bezieht sich auf den Ursprung des Faserstoffs des Chylus. Auf Grund der Beobachtungen von Tiedemann und Gmelin hat man angenommen, dass der Chylus erst jenseits der Mesenterialdrüsen Faserstoff führe, allein die späteren Beobachter, namentlich Colin, haben die Unrichtigkeit dieser Annahme dargethan. Dadurch fällt nun natürlich die Hypothese, dass sich das Fibrin erst in den Drüsen aus den Peptonen

erzeuge, in sich selbst zusammen. Am Wahrscheinlichsten ist es, dass der Faserstoff des Chylus vom Blutplasma und von der Lymphe stammt.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Chylus liegt auf der Hand. Der Chylus führt die assimilirten Elemente der Nahrung dem Blute zu, und erscheint dadurch einerseits als eine Mittelstufe zwischen Nahrung und Blut, und anderseits als Ergänzungsmaterial des Blutes; er ist, wenn man will, werdendes Blut. Insofern aber gleichzeitig mit ihm auch die Lymphe in das Blut und zwar durch denselben Canal einströmt, führt er natürlich auch Umsatzstoffe der Gewebe, die nur deshalb in das Blut geführt werden, um hier weiter verbrannt, oder als solche durch die Colatorien des Organismus: Haut, Lunge und Nieren, ausgeschieden zu werden. Diese Stoffe gehören aber dem Chylus im engeren Sinne nicht wesentlich an, und vermögen namentlich nicht seinen recrementiellen Charakter in Frage zu stellen.

Literatur zu Lymphe und Chylus.

Literatur zur Chemie der Lymphe und des Chylus: H. Nasse: Artikel Lymphe im Handwörterb. d. Physiologie Bd. II. S. 363. — Lehmann: Zoochemie S. 227. — Gubler et Quevenne: Gaz. méd. de Paris 1854. Nr. 24, 27, 30, 34. — Poiseuille et Léfort: Compt. rend. T. XLVI. p. 677. — A. Wurtz: Ibid. T. XLIX. p. 453. — Colin: Traité de physiol. comp. 1856. T. II. — Scherer: Dessen Jahresber. über phys. Chem. in Cannstatt's Jahresber. f. d. ges. Medicin für 1857. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie Bd. II. S. 572 u. ff. — Chylus: H. Nasse: Handwörterb. der Physiologie. Artikel Chylus. Bd I. S. 221. — Tiedemann u. Gmelin: Die Verdauung nach Versuchen 1831. Bd. I. S. 162, u. Bd. II. S. 66. — Frerichs: Handwörterb. der Physiol. Artikel Verdauung. Bd. III. — Lehmann: Zoochemie S. 216 u. ff. — Ludwig: Lehrb. der Physiol. Bd. II. S. 659. — A. Schmidt: Ber. der Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1861. S. 360. — C. Schmidt: Bullet. de St. Petersbourg 1861. T. III. p. 355.

III. Chemie der serösen Flüssigkeiten.

Seröse Transsudate.

Zu den serösen Flüssigkeiten des Thierkörpers zählt man nicht allein die in der Höhle der serösen Säcke enthaltenen Flüssigkeiten, sondern die Transsudate im Allgemeinen: die aus den Capillaren austretenden Antheile der Intercellularflüssigkeit des Blutes.

In diesem Sinne zählen zu den Transsudaten alle jene Flüssigkeiten, welche aus den Blutgefässen ohne Zerreissung derselben in geschlossene oder offene Höhlen des Körpers, in das Parenchym der Organe, oder auch wohl auf die Oberfläche des thierischen Körpers ergossen werden.

Es gehören hierher:

a) Die in den serösen Säcken des Körpers enthaltenen Flüssigkeiten: Cerebrospinalflüssigkeit, Pericardialflüssigkeit, Peritonaealflüssigkeit, Pleuraflüssigkeit, Hodenflüssigkeit, Synovia.

b) Augenwasser und Thränen, Humoraqueus, Amniosflüssigkeit, parenchymatöse Transsudate.

c) Pathologische Transsudate: excessiv gewordene seröse

Transsudate, hydropische Flüssigkeiten, Hydatidenflüssigkeiten, Hautblasenflüssigkeiten, Transsudate der Darmcapillaren (Darmcatarrh, Cholera, dysenterisches Transsudat).

Da diese Transsudate sowohl in ihren physikalischen Charakteren, als auch in ihrer Zusammensetzung, da sie alle von einer Quelle: dem Blute, stammen, grosse Uebereinstimmung zeigen, so erscheint es zweckmässig, sie zunächst collectiv abzuhandeln.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere der serösen Flüssigkeiten im Allgemeinen. Die serösen Flüssigkeiten sind meist klar und vollkommen durchsichtig, farblos, oder auch wohl gelblich und röthlich gefärbt, von schwach salzigem, fadem Geschmack und alkalischer Reaction. Ihr specifisches Gewicht ist durchschnittlich geringer, wie das des Blutserums.

Die serösen Flüssigkeiten führen keine ihnen eigenthümliche Formelemente. Man beobachtet darin zuweilen Blutkörperchen, Zellengebilde, Molekularkörnchen und Epithelien, welche aber als mehr zufällige Elemente anzusehen sind.

Chemische Bestandtheile der serösen Flüssigkeiten.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile der serösen Flüssigkeiten sind die des Blutplasmas oder die des Blutserums, demnach:

Wasser, Faserstoff (nicht constant), Albumin, Fette (Glyceride), Seifen, Cholesterin, Extractivstoffe, worunter Harnstoff, und die anorganischen Salze des Blutserums, endlich die Blutgase.

Als nicht constante Bestandtheile wurden nachgewiesen:

Parafibrin, Paralbumin, Metalbumin, Zucker, Gallensäuren, Gallenfarbstoff, milchsaure Salze, bernsteinsaure Salze, Kreatinin? Schleimstoff.

Das Auftreten der meisten dieser nur in pathologischen Transsudaten vorkommenden nicht constanten Bestandtheile scheint Folge tiefer greifender Ernährungsstörungen zu sein.

Allgemeines chemisches Verhalten der serösen Flüssigkeiten.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Es ist meist das des Blutserums, da die Mehrzahl der hierher gehörigen Flüssigkeiten keinen Faserstoff führt; wenn aber auch letzteres der Fall ist, so ist seine Menge so gering, dass es nur sehr selten zu einer wirklichen Kuchenbildung kommt, sondern der Faserstoff sich nur in Flocken ausscheidet. Zuweilen ist es beobachtet, dass eine wirkliche Gerinnung stattfindet, und die Flüssigkeit in eine homogene zitternde Gallerte verwandelt wird, welche sich bei längerem Stehen zu einem Faserstoffkuchen zusammenzieht, oder sich in ein feinflockiges sedimentirendes Gerinnsel verwandelt (Parafibrin).

Nach den Beobachtungen von A. Schmidt bewirkt defibrinirtes Blut Coagulation seröser Transsudate, welche für sich gar nicht gerinnen.

Quantitative Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten.

Quantitative Zusammensetzung.

Die serösen Flüssigkeiten, welche sich im Thierkörper vorfinden, gleichviel ob normal, ob endlich pathologisch als excessive Ausscheidung normaler Transsudate, oder als nur unter pathologischen Verhältnissen erfolgende Durchschwitzung, sind nicht Producte eines eigenthümlichen durch Drüsen vermittelten Secretionsprocesses, sondern das Resultat eines einfachen durch die Gefässwand erfolgenden Austritts der Intercellularflüssigkeit des Blutes. Da aber dieser Austritt durch eine Membran erfolgen muss, deren Beschaffenheit keineswegs allen Bestandtheilen dieser Intercellularflüssigkeit oder des Blutplasmas den Durchtritt: die Exosmose, gleich leicht gestattet, die vielmehr wie alle thierische Membranen für gewisse Stoffe leichter durchdringlich ist, wie für andere, so ist es klar, dass das Verhältniss der Bestandtheile in der transsudirten Intercellularflüssigkeit ein anderes sein muss, wie in dem Blute. Da nun die Gefässwände für Wasser am leichtesten durchdringlich sind, so werden folgerichtig die serösen Flüssigkeiten auch wasserreicher und im Allgemeinen ärmer an festen Bestandtheilen sein müssen, wie das Blutplasma, und diess ist denn auch thatsächlich der Fall. Weiter lehren die Studien über die endosmotischen Eigenschaften der thierischen Membranen, dass Salzlösungen und die Extractivstoffe leichter hindurchgehen, wie Albumin und Fibrin, und letzteres wieder schwieriger wie ersteres, und es darf daher nicht Wunder nehmen, wenn wir in den serösen Flüssigkeiten die Salze und Extractivstoffe dem Albumin gegenüber relativ vermehrt finden, und wenn das Fibrin häufig ganz fehlt, oder jedenfalls in weit geringerer Menge in den Transsudaten enthalten ist, wie im Blute. Doch giebt es von dieser Regel sehr bemerkenswerthe Ausnahmen, es giebt nämlich Fälle, wo das quantitative Verhältniss der einzelnen Bestandtheile in dem Transsudate keineswegs diesen Regeln folgt, wo wir also jedenfalls eine durchgreifende Veränderung der endosmotischen Qualität der Gefässwände anzunehmen genöthigt sind. Wir kommen weiter unten darauf zurück.

Es ist überhaupt hervorzuheben, dass die quantitative Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten, abgesehen von der Beschaffenheit der Capillargefässwände, auch von anderen Momenten abhängig ist. Obgleich es noch weiterer Untersuchungen bedürfen wird, um alle diese Momente und ihren Wirkungswerth zu ermitteln, so ist doch dazu von C. Schmidt ein werthvoller Anfang gemacht.

Einflüsse, von welchen dieselbe abhängig ist.

Im Allgemeinen ist die qualitative und quantitative Zusammensetzung der serösen, gleichviel ob normalen, ob pathologischen Transsudate abhängig:

1. Von der Permeabilität der Gefässwände;
2. von der Beschaffenheit des Blutes;
3. von der Schnelligkeit der Blutbewegung in den Capillaren;
4. von dem Capillargefässsysteme.

Da die beiden ersten Momente einer weiteren Erläuterung wohl nicht bedürfen, so fassen wir hier nur die beiden letzteren ins Auge.

Einfluss der Schnelligkeit der Blutbewegung in den Capillaren. Derselbe giebt sich vorsugsweise dadurch zu erkennen, dass je verlangsamter die Blutströmung wird, oder je mehr dieselbe ins Stocken geräth, desto häufiger die Transsudate fibrinhaltig, und zugleich albuminreicher werden.

Einfluss des Capillargefässsystems. Derselbe bezieht sich insbesondere auf den Albumingehalt der Transsudate; nach den Beobachtungen von C. Schmidt scheint der Albumingehalt der Transsudate jedes Capillargefässsystems, oder vielleicht deutlicher jeder Capillargefässzone nahezu constant zu sein, und zwar sind:

Am reichsten an Albumin:	die Pleuratranssudate.
Hierauf folgen in absteigender Ordnung:	die Peritonäaltranssudate,
	die Hirncapillartranssudate,
	die Unterhautzellgewebstranssudate.

Dieses Gesetz tritt natürlich nur dann in volle Geltung, wenn verschiedene Transsudationen unter gleichen Bedingungen: bei einem und demselben Individuum und gleichzeitig erfolgen.

Doch machen sich auch noch andere Einflüsse geltend. Wenn z. B. dem Blute auf anderen Wegen, wie bei Morbus Brighti durch den Harn, grosse Albuminmengen entzogen werden, so wird ein durch irgend ein Capillargefässsystem erfolgendes Transsudat ärmer an Albumin; ist das Blut sehr wässerig, so wird der Faserstoffgehalt des Transsudates, auch wenn er vorhanden wäre, kaum nachweisbar sein, da ja das Transsudat immer wässeriger ist, wie die Intercellularflüssigkeit des Blutes, und selbst in diesem der Faserstoff dem Gewichte nach nur etwa $^1/_{40}$ des Albumins beträgt.

Ein anderes die Zusammensetzung der Transsudate beeinflussendes Moment ist erst in letzterer Zeit ermittelt. Stagniren Transsudate lange in serösen Säcken, ohne ganz resorbirt und ohne nach aussen entleert zu werden, so kann ein Theil ihres Wassers und ihrer Salze in das Blut zurücktranssudiren, und sie werden dadurch concentrirter. Einschlägige Beobachtungen wurden von F. Hoppe und W. Müller gemacht.

Nach allen diesen Erörterungen versteht es sich von selbst, dass die quantitative Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten die allergrössten Verschiedenheiten zeigen kann, und wir vermögen daher durch Mittheilung einiger Analysen wohl Belege für diesen Satz, nicht aber einen all-

gemeingültigen Zahlenausdruck für ihre Zusammensetzung zu geben. Wohl aber werden diese Analysen dazu dienen können, die oben besprochenen Gesetzmässigkeiten ihrer Zusammensetzung zu erläutern, die sich, wie es hier ein- für allemal bemerkt sein mag, nicht allein auf die normalen, sondern auch auf die pathologischen Transsudate beziehen. Die pathologischen Transsudate sind überhaupt häufig nichts anderes, wie excessiv gesteigerte normale Transsudate, und zwar unter Bedingungen der Kreislaufstörungen, die es nach dem Angeführten ohne Weiteres einsehen lassen, warum sie durchschnittlich reicher an Albumin sind, wie die normalen Transsudate.

Wir geben in Folgendem eine Uebersicht über die wichtigsten normalen und pathologischen Transsudate, und schliessen daran tabellarische Beispiele ihrer quantitativen Zusammensetzung.

Cerebrospinalflüssigkeit.

Cerebrospinalflüssigkeit.

Eine in den Subarachnoidealräumen enthaltene und eine flüssige Atmosphäre um Gehirn und Rückenmark bildende seröse Flüssigkeit.

Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der serösen Transsudate wurde darin von Bussy, Turner und F. Hoppe ein Stoff aufgefunden, der Kupferoxyd in alkalischer Lösung reducirte, basisch salpetersaures Wismuth bei Gegenwart von kohlensaurem Natron schwärzte, sich durch Kali bräunte, aber optisch unwirksam und nicht gährungsfähig war. Vielleicht ist dieser Stoff identisch mit dem von Bödeker im Harn aufgefundenen und unter dem Namen Alcapton beschriebenen Körper (S. 280).

Cl. Bernard dagegen findet bei allen gut genährten Thieren Zucker in der Cerebrospinalflüssigkeit. Wahrscheinlich hat er sich aber dabei nur von der Kupferreductionsprobe leiten lassen.

Das Albumin ist nach Hoppe vorzüglich in der Modification des sogenannten Natronalbuminats vorhanden, Faserstoff fehlt. Die Flüssigkeit reagirt stark alkalisch, und ist sehr arm an festen Stoffen überhaupt, und namentlich an organischen.

Das Verhältniss der anorganischen Salze in der Flüssigkeit der Choroidalplexus des Gehirns macht von der Regel, dass in den Transsudaten die Salze des Blutplasmas in wenig geändertem Verhältnisse enthalten sind, eine Ausnahme; nach den Beobachtungen von C. Schmidt überwiegen darin nämlich die Kalisalze und Phosphate.

Pericardialflüssigkeit.

Pericardialflüssigkeit.

Man versteht darunter den flüssigen Inhalt des Herzbeutels.

Er enthält zuweilen nachweisbaren Faserstoff, zuweilen nicht, im Uebrigen aber die gewöhnlichen Bestandtheile der serösen Transsudate.

Synovia.

Das Secret der Synovialkapseln der Gelenke: seröser mit Epithelialüberzug versehener Membranen; diese Flüssigkeit dient dazu, die Gelenktheile glatt und schlüpfrig zu erhalten. Synovia.

Die Synovia ist ein klares, farbloses, oder gelblich gefärbtes Liquidum von schleimiger, fadenziehender Consistenz und alkalischer Reaction. Sie enthält an, ihr allerdings nicht eigenthümlichen Formelementen abgestossene Theile des Epithelialüberzuges der Kapsel, und granulirte Kernkörperchen.

Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der serösen Transsudate wies Frerichs darin löslichen Schleimstoff nach. Der Gehalt an festen Stoffen ist viel bedeutender, wie bei anderen serösen Transsudaten, im Uebrigen aber, wie es scheint, von Ruhe und Bewegung des Thieres abhängig.

Amniosflüssigkeit, Fruchtwasser.

Der Fötus der Säugethiere und des Menschen ist von einer Membran: der Schafhaut (Amnion), umhüllt, welche dem Körper desselben anfänglich dicht anliegt, sich aber allmählich von demselben entfernt, indem sich zwischen ihm und der Schafhaut eine Flüssigkeit ansammelt, in welcher der Fötus an der Nabelschnur hängend schwimmt. Diese Flüssigkeit ist das Fruchtwasser. Amniosflüssigkeit.

Das Fruchtwasser ist insofern als kein reines Transsudat zu betrachten, da es jedenfalls theils von der Mutter, theils vom Fötus herzuleiten ist, und demselben vielleicht sogar Harn des letzteren beigemengt ist. Die Amniosflüssigkeit des Menschen ist trübe, gelblich bis bräunlich gefärbt, und setzt bei längerem Stehen ein aus weisslichen Flocken bestehendes Sediment ab. Der Geruch ist fade, der Geschmack schwach salzig, die Reaction neutral bis schwach alkalisch, das specifische Gewicht sehr schwankend (von 1,002 bis 1,028). Unter dem Mikroskop zeigt sie Schleimkugeln, Pflaster- und Flimmerepithelien.

Ihre Bestandtheile sind ausser den gewöhnlichen der Transsudate ein dem Schleimstoff und Pyin sehr ähnlicher Körper (Scherer), und wahrscheinlich auch milchsaure Salze und Kreatinin. Harnstoff scheint darin bald vorzukommen, bald zu fehlen. Kohlensaures Ammoniak, welches von einigen Beobachtern darin gefunden wurde, dürfte von einer Zersetzung des Harnstoffs abzuleiten sein. In dem Fruchtwasser der Kühe fand Prout in einem Falle Milchzucker, dagegen glaubt Cl. Bernard in der Allantois- und Amniosflüssigkeit der Kühe Traubenzucker gefunden zu haben. Nach Stas wären in der Amniosflüssigkeit der Kühe auch kohlensaure Alkalien und freie Kohlensäure. In der Amniosflüssigkeit des Huhnes endlich fand Stas

saures kohlensaures Ammoniak. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Vogt und Scherer ist die Amniosflüssigkeit in den früheren Schwangerschaftsmonaten reicher an aufgelösten festen Stoffen und namentlich an Albumin, wie in den späteren Monaten.

Humor aqueus.

Humor aqueus.

Diese seröse Flüssigkeit erfüllt die beiden Augenkammern, ist klar, von alkalischer Reaction, und von geringem specifischen Gewichte (1,003 bis 1,009).

Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der Transsudate enthält der Humor aqueus wägbare Mengen von Harnstoff.

Eine ähnliche Zusammensetzung und Beschaffenheit zeigt die Flüssigkeit des Glaskörpers.

Thränen.

Thränen.

Obgleich die Thränen eigentlich und strenge genommen insofern nicht zu den Transsudaten gehören, als sie als Secret der Thränendrüsen zu betrachten sind, so stimmt doch ihre Zusammensetzung mit jener der eigentlichen Transsudate so sehr überein, dass sie am zweckmässigsten hier abgehandelt werden. Sie stellen eine nahezu klare, alkalisch reagirende Flüssigkeit dar, welche die gewöhnlichen Bestandtheile der Transsudate, ausserdem aber auch Schleim führt.

Hydropische Flüssigkeiten. Hydrops fibrinosus und serosus der Pathologen.

Hydropische Transsudate.

Flüssigkeitsansammlungen im Körper in Folge krankhafter Vorgänge und Kreislaufstörungen werden im Allgemeinen mit dem Namen Hydrops, Wassersucht, bezeichnet. Diese Ansammlungen finden statt:

Arten derselben.

1) In den serösen Höhlen des Körpers: Wassersucht der Pleura (Hydrothorax), Wassersucht des Herzbeutels (Hydrops Pericardii), Bauchwassersucht (Hydrops Peritonei, H. ascites), Wassersucht der Scheidenhaut des Hodens (Hydrocele), Wassersucht der Schädelhöhle (Hydrocephalus), Wassersucht des Rückenmarkscanals (Hydrorhachis), Wassersucht des Auges (Hydrophtalmus).

2) Zwischen dem Parenchym der Organe. Oedem der Pathologen. Ist der Sitz der Wasseransammlung das Unterhautzellgewebe, so heisst die Krankheit Hautwassersucht (Anasarca); ist der Sitz dagegen in Organen, so führt das Oedem dem entsprechende Namen (Oedema pulmonum, Oedema glottidis).

3) Innerhalb neugebildeter pathologischer seröser Säcke.

Hierher gehören die Wasserblasen (Hydatiden), die Balgschwülste, Flüssigkeiten der Echinococcus- und Acephalocystensäcke.

Die Bestandtheile dieser pathologischen serösen Flüssigkeiten sind im Allgemeinen die der übrigen Transsudate; je nachdem sie nachweisbaren Faserstoff enthalten oder nicht, unterscheiden die Pathologen zwischen serösem Hydrops, der die Bestandtheile des Blutserums enthält, und zwischen fibrinösem Hydrops, der, weil faserstoffhaltig, dem Blutplasma entspricht.

Aussergewöhnliche Bestandtheile.

Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen wurden in solchen pathologischen serösen Transsudaten nachgewiesen:

Harnstoff sehr häufig, und namentlich bei Bright'scher Krankheit und sonstigen Nierendegenerationen, Milchsäure in den Transsudaten bei Puerperalfieber, Cholesterin sehr reichlich, oft so reichlich, dass die ganze Flüssigkeit breiartig wird, in den Flüssigkeiten der serösen Cysten, der Balggeschwülste und Echinococcussäcke, und in der Flüssigkeit der Hydrocele, — Gallensäuren und Gallenpigment bei Icterus und Leberleiden.

Ausserdem wurde in einem Falle von Hydrothorax in der durch Paracentese entleerten Flüssigkeit eine eigenthümliche mit dem Syntonin nahe übereinstimmende Modification des Fibrins: Parafibrin, nachgewiesen, und bei Hydrops Ovarii zwei Modificationen des Albumins: Paralbumin und Metalbumin, aufgefunden.

In der Flüssigkeit der Echinococcusbälge und der Hydrocele wurde die Gegenwart der Bernsteinsäure constatirt.

An Cholesterin ist der Inhalt gewisser Cysten und Balggeschwülste zuweilen so reich, dass derselbe breiartig erscheint.

Zu den pathologischen serösen Transsudaten zählen noch das blutzellenfreie Wundsecret, die Vesicantienhautblasen, Pemphigusblasen u. dgl. mehr, ferner die Darmcapillartranssudate bei der Cholera, nach dem Gebrauche drastischer Laxanzen und bei der Ruhr.

Ueber die dabei stattfindenden quantitativen Verhältnisse hat C. Schmidt interessante Beobachtungen angestellt, auf die wir zurückkommen.

Uebersichtliche Beispiele der quantitativen Zusammensetzung der normalen serösen Transsudate, und einiger pathologischer sind in nachstehender Tabelle enthalten, und in derselben die mittlere Zusammensetzung des Blutplasmas der Vergleichung halber vorangestellt.

Tabellarische Uebersicht der quantitativen Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten.

Bestandtheile in 1000 Theilen	Blutplasma nach C. Schmidt.	Cerebrospinalflüssigkeit des Menschen. F. Hoppe.	Cerebrospinalflüssigkeit des Hundes. C. Schmidt.	Pericardialflüssigkeit des Menschen. Gorup-Besanez.	Fruchtwasser. Scherer.	Humor aqueus des Kalbes. Lohmeyer.	Glaskörper des Auges. Lohmeyer.	Thränen. Lerch.	Hydrops Ascites. J. Vogel.	Hydrops Pleurae. C. Schmidt.	Hydrocele. W. Müller.	Hydrocephalus acutus. C. Schmidt.	Darmcapillartranssudat nach Laxanzen. C. Schmidt.	Dysenterisches Transsudat. C. Schmidt.
Wasser	901,51	987,49	988,21	955,13	991,4	986,870	986,400	982,0	946,0	936,0	934,0	986,8	969,7	958,6
Feste Stoffe	98,49	12,51	11,79	44,87	8,6	13,130	13,600	18,0	54,0	64,0	66,0	13,2	30,3	41,4
Fibrin	8,06	—	—	0,81	—	—	Häute 0,210	—	—	0,6	—	—	—	—
Albumin	81,92	1,62	2,37	24,68	0,82	1,223	1,360	5,0	33,0	52,8	51,7	3,74	1,6	15,0
Extractivstoffe		10,52		12,69	0,60	4,210	3,224	—	13,0	3,0	5,1		20,1	14,6
Anorganische Salze	8,51		9,48	6,69	7,10	7,697	8,802	13,2	8,0	7,4	9,2	9,48	8,58	11,8
Chlorkalium	0,359	—	—	—	—	0,113	0,605	—	—	—	—	2,181	2,680	—
Chlornatrium	5,546	—	—	—	—	6,890	7,757	13,0	—	—	—	4,438	2,056	—
Schwefelsaures Kali	0,281	—	—	—	—	0,221	0,148	—	—	—	—	0,096	0,667	—
Phosphorsaures Natron	0,271	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,613	0,658	—
Natron	1,532	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,842	1,960	—
Phosphorsaurer Kalk	0,298	—	—	—	—	0,473	0,101	—	—	—	—	0,307	0,325	—
Phosporsaure Bittererde	0,218	—	—	—	—		0,032	—	—	—	—		0,232	—
Kalkerde	—	—	—	—	—	—	0,133	—	—	—	—	—	—	—

Wir haben eine Analyse der Synovia in vorstehender Tabelle nicht aufgenommen, da sich ein allgemeiner Ausdruck dafür kaum geben lässt. Die Analysen von Frerichs haben nämlich gezeigt, dass die Zusammensetzung der Gelenkschmiere von dem Zustande der Ruhe und Bewegung ganz wesentlich abhängig ist. Thiere; die anhaltend im Stalle verbleiben, ebenso Neugeborene führen stets eine weit grössere Menge Synovia, die farblos, wenig klebrig und arm an Schleimstoff ist. Bei starker und häufiger Bewegung dagegen ist die Menge der Synovia fast um die Hälfte geringer; sie ist dicklicher, klebriger, reicher an Schleimkörperchen, reicher an Schleimstoff, aber ärmer an anorganischen Salzen. Diese Verhältnisse macht nachstehende die Analysen von Frerichs enthaltende Tabelle übersichtlich.

Einfluss von Ruhe und Bewegung auf die Zusammensetzung der Synovia.

Bestandtheile für 1000 Theile	I. Synovia eines neugeborenen Kalbes	II. Synovia eines im Stalle gemästeten Ochsen	III Synovia eines auf die Weide getriebenen Ochsen
Wasser	965,7	969,9	948,5
Feste Stoffe	34,3	30,1	51,5
Schleimstoff	3,2	2,4	5,6
Albumin und Extractivstoffe . .	19,9	15,7	35,1
Fette	0,6	0,6	0,7
Anorganische Salze	10,6	11,3	9,9

Unter den pathologischen Transsudaten sind es die Transsudate der Darmcapillaren, wie dieselben bei der asiatischen Cholera, nach dem Gebrauche drastischer Laxanzen und in Folge des dysenterischen Processes auftreten, die ein besonderes chemisches Interesse und zwar deshalb beanspruchen, weil sich in ihrer Zusammensetzung eine zur Zusammensetzung des Blutes in nächster Beziehung stehende Gesetzmässigkeit kundgiebt.

Eigenthümlichkeit der Choleratranssudate.

Die Choleratranssudate und ebenso die Transsudate nach dem Gebrauche drastischer Laxanzen sind verhältnissmässig arm an Albumin und organischen Substanzen überhaupt, sie sind überwiegend reich an Wasser und relativ reicher an anorganischen Salzen; letztere zeigen ferner in ihrem gegenseitigen Gewichtsverhältnisse bedeutende Abweichungen. Es wiegen nämlich die Kalisalze und Phosphate viel mehr vor, wie bei anderen Transsudaten. Dem entsprechend findet man bei der Analyse des Choleroblutes den Salzgehalt der Blutkörperchen vermindert. Es

treten also bei der Cholera und bei Darmcapillartranssudation in Folge des Gebrauchs drastischer Laxanzen aus den Blutkörperchen durch Diffusion Kalisalze und Phosphate in das Serum über, und gelangen von hier in das Transsudat.

Bei anderen Transsudationsprocessen des Darms, so bei der Ruhr, erscheint das Transsudat albuminreicher und überhaupt reicher an festen Stoffen. Die Qualität der Transsudation stimmt überhaupt mit anderen albuminreichen pathologischen Transsudationen überein.

Bildung und physiologische Bedeutung der Transsudate.

Physiologische Bedeutung.

Nach dem Angeführten erscheint eine weitere Erörterung über die Art der Bildung der Transsudate überflüssig; schon ihre Begriffsbestimmung sagt das, was man überhaupt darüber weiss. Die physiologische Bedeutung der normalen Transsudate ist zum Theil eine mechanische, zum Theil eine physikalische; ihre etwaige Bedeutung für den Stoffwechsel kennt man nicht.

Als Anhang zu den Transsudaten findet am zweckmässigsten das Wichtigste über den Eiter hier seine Stelle.

Eiter.

Eiter.

Der Eiter ist eine flüssige, pathologische Neubildung, welche sich dadurch von den pathologischen serösen Transsudaten unterscheidet, dass er ihm eigenthümliche und wesentliche mikroskopische Formelemente enthält: die Eiterkörperchen, dass er demnach ähnlich dem Blute anatomisch in einen aufgeschwemmten und in einen gelösten Theil geschieden werden muss, während die serösen Transsudate einfache Lösungen darstellen, oder wenigstens keine ihnen eigenthümlichen Formelemente zeigen.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere des Eiters. Der Eiter stellt eine rahmartige, dickliche Flüssigkeit dar, die undurchsichtig, vollkommen homogen ist, und sich zwischen den Fingern weich und fettig anfühlt. Er besitzt einen eigenthümlichen Geruch, einen faden, süssen Geschmack, zeigt gewöhnlich alkalische Reaction, und ein sich innerhalb 1,030 bis 1,033 bewegendes specifisches Gewicht.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Der Eiter besteht aus in der Flüssigkeit suspendirten eigenthümlichen Formelementen und dem Eiterserum oder Plasma.

Die mikroskopischen Formelemente des Eiters sind folgende:

a. Eiterkörperchen; dieselben stimmen im Allgemeinen in ihrem histologischen und mikrochemischen Verhalten mit den farblosen Blutzellen, Lymphkörperchen etc. überein. Ihr Durchmesser beträgt 0,004 bis 0,005 Linien.

b. Molekularkörnchen und zuweilen sogenannte Entzündungskugeln.
c. Fetttröpfchen.

Das Eiterserum ist vollkommen klar, farblos oder schwach gelblich gefärbt, von schwach alkalischer Reaction und gerinnt beim Erhitzen zu einer dicklichen weissen Masse.

Chemische Bestandtheile des Eiters.

Constante Bestandtheile.

Chemische Bestandtheile.

Wasser, Albumin, Fette: Oelsäure- und Palmitinsäure-Glycerid, Seifen: ölsaure und palmitinsaure Alkalien, Cholesterin, Cerebrinsäure und phosphorhaltiges Fett (Lehmann, Bödeker), Extractivstoffe, worunter Leucin (Bödeker), anorganische Salze, worunter sehr viel Chlornatrium, dann phosphorsaure Alkalien, kohlensaure Alkalien (Lehmann), schwefelsaurer Kalk? (in der Asche nach Lehmann), phosphorsaure Erden und etwas Eisenoxyd.

Nicht constante Bestandtheile.

Schleimstoff (im Eiter entzündeter Schleimhäute), Pyin (häufig aber im guten Eiter gesunder Individuen nicht, oder selten), Caseïn? (zweifelhaft), Chondrin (von Bödeker im Eiter eines Congestionsabscesses nachgewiesen), Glutin (von Bödeker im Eiter eines Schenkelabscesses nachgewiesen), Chlorrodinsäure (Eiter bei Phosphornekrose, in Congestionsabscessen, im Krebssafte, Bödeker), Pyocyanin (im abnormen blauen Eiter), Gallensäuren und Gallenpigment (im Eiter eines Schenkelabscesses bei catarrhalischem Icterus gefunden), Zucker (im Eiter von Diabetikern), Harnstoff.

Allgemeines chemisches Verhalten des Eiters.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Die Eiterkörperchen haben ein viel geringeres Senkungsvermögen wie die rothen Blutkörperchen, sie setzen sich daher nur sehr langsam ab; wie die Blutkörperchen können sie nicht filtrirt werden, werden aber auch durch Zusatz von Salzen nicht filtrirbar. Der Eiter coagulirt beim Erhitzen wie eine Albuminlösung, das Coagulum schliesst aber die Eiterkörperchen in sich ein, und es wird der Eiter durch jene Reagentien, welche Albuminate fällen, präcipitirt. Längere Zeit der Luft ausgesetzt, geht er zuweilen in saure Gährung über. Dieselbe tritt namentlich bei mittlerer Temperatur in lufthaltenden verkorkten Gefässen ein; der Eiter nimmt dabei allmählich deutlich saure Reaction an; es bilden sich dabei flüchtige und nichtflüchtige Fettsäuren aus den im Eiter enthaltenen Glyceriden, worunter namentlich Buttersäure und Palmitinsäure leicht nachweisbar sind. Bluthaltiger Eiter oder sogenannter schlechter Eiter gehen meist sofort, ohne vorher der sauren Gährung unterlegen zu haben, in die alkalische, d. h. in Fäulniss über.

Quantitative Zusammensetzung des Eiters.

Quantitative Zusammensetzung.

Wir besitzen keine Methode, die Eiterkörperchen dem Gewichte nach zu bestimmen, da nun aber diese gerade einen sehr wesentlichen Bestandtheil des Eiters darstellen, so haben die bisher mit dem Eiter angestellten quantitativen Analysen, bei welchen die Körperchen mit dem Albumin collectiv bestimmt sind, einen nur sehr beschränkten Werth. Sehen wir von den Eiterkörperchen ab, so sind die gewöhnlichen Bestandtheile des Eiters die des Blutserums, doch ist der Eiter gewöhnlich concentrirter und wasserärmer wie letzteres, und unterscheidet sich dadurch wesentlich von den hydropischen Flüssigkeiten, die, wie wir oben gesehen haben, durchschnittlich wasserreicher sind.

Wir heben aus den vielen vorhandenen Analysen einige beispielsweise aus, und vergleichen sie mit der Zusammensetzung des Blutplasmas und Blutserums.

Bestandtheile für 1000 Theile	Blutplasma	Blutserum	Eiter				
					Bibra		
	C. Schmidt	Scherer	Bödeker	Lassaigne	I.	II.	III.
Wasser	901,51	960,60	887,6	902,0	907,0	862,0	769,0
Feste Stoffe	98,49	93,40	112,4	98,0	93,0	138,0	231,0
Fibrin	8,06	—	—	—	—	—	—
Albumin	81,92	77,62	43,8	60,0	63,0	91,0	180,0
Extractivstoffe		5,15	—	—	20,0	29,0	19,0
Schleim, Eiterzellen	—	—	46,5	—	—	—	—
Cholesterin und Fett	—	—	10,9	25,0	9,0	12,0	24,0
Chlornatrium			5,9				
Andere Alkalisalze	8,51	9,45	3,2	13,0	6,0	9,0	9,0
Erdphosphate und Eisen			2,1				

Der feste Rückstand des Eiters enthält 5 bis 6 Proc. anorganische Salze. Unter den löslichen Salzen macht das Chlornatrium den überwiegenden Bestandtheil aus. Nach den Untersuchungen von Nasse enthielten 1000 Thle. Eiterserum 12,6 pro Mille Chlornatrium, 100 Thle. der Eiterasche 72,33 Proc., sonach mehr wie das Blut. Der Vergleich des Kochsalzgehaltes des Eiterserums mit dem des an Körperchen reichen

Eiters zeigt, dass das Chlornatrium hauptsächlich dem Eiterserum angehört.

Bildung des Eiters. Die Eiterbildung beruht auf der Transsudation eines mehr oder weniger modificirten Blutplasmas, und auf der Bildung der Eiterkörperchen in und aus demselben. Die erstere folgt den allgemeinen Gesetzen der Transsudation, die letztere morphologischen Gesetzen, deren nähere Erörterung nicht hierher gehört. Die früher vielfach erörterte Frage, ob zur Bildung der Eiterkörperchen das Albumin oder das Fibrin des Blutplasmas verwendet werde, hat bei den gegenwärtigen Anschauungen über die Albuminate ihre Bedeutung verloren. Bildung.

Die Erörterung der Frage über die pathologische Bedeutung des Eiters gehört in das Gebiet der Pathologie.

Literatur zur Chemie der serösen Flüssigkeiten und des Eiters: Lehmann: Lehrb. der physiol. Chemie 1853. Bd. II. S. 266. — Derselbe: Zoochemie 1858. S. 233, 522. — C. Schmidt: Zur Charakteristik der epidem. Cholera 1850. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie 2te Aufl. Bd. II. — J. Vogel: Pathologische Anatomie 1845. S. 12 bis 35. 105. — Die zahlreichen Einzelabhandlungen s. bei Lehmann: Zoochemie, und bei Ludwig. Eine neuere Untersuchung über Cerebrospinalflüssigkeit: F. Hoppe, Arch. f. path. Anat. Bd. XVI. S. 391. Literatur.

IV. Chemie der Milch.

Unter Milch versteht man bekanntlich die von den Brustdrüsen weiblicher Individuen aus der Classe der Säugethiere unter gewissen Verhältnissen abgesonderte weisse, fettreiche Flüssigkeit, welche von der Natur zur ersten Nahrung des Neugeborenen bestimmt ist. Milch.

Unter normalen Verhältnissen wird die Milch nur zur Zeit der Geburt abgesondert, und erst am vierten bis fünften Tage nach der Geburt fängt die Secretion wirklich ausgebildeter Milch an. Vor der Geburt wird eine Flüssigkeit abgesondert, die sich von der Milch in mehreren Punkten unterscheidet. — Sowie die Zusammensetzung des Harns durch mannigfache physiologische und pathologische Verhältnisse modificirt wird, ist auch die Beschaffenheit der Milch von den verschiedensten äusseren Umständen abhängig. Vor Allem hat die Nahrung einen bestimmten Einfluss.

Die Bestandtheile der Milch sowie ihre physikalischen Charaktere sind bei allen Säugethieren im Wesentlichen dieselben, und die Unterschiede zwischen den einzelnen Milchsorten sind theils quantitative, theils mehr unwesentliche, auf Geschmack, Geruch und Farbennüancen bezügliche.

Physikalische Charaktere.

Die Farbe der Milch ist in der Regel bläulich-weiss, rein weiss, gelblich-weiss, ihr Geschmack mehr oder minder angenehm süsslich, ihr Physikalische Charaktere.

Geruch eigenthümlich, aber gewöhnlich nicht unangenehm. Die Milch ist vollkommen undurchsichtig, welche Eigenschaft von den in ihr suspendirten Butterkügelchen abhängt, von wässerig-öliger Consistenz und einem specifischen Gewichte, welches zwischen 1,018 bis 1,045 schwanken kann. Ueberlässt man frische Milch sich selbst, so bildet sich nach einigem Stehen an ihrer Oberfläche eine mehr oder minder mächtige gelbe Schicht: der sogenannte Rahm, welcher aus den Butterkügelchen besteht, die wegen ihres geringen specifischen Gewichtes an die Oberfläche steigen und sich hier ansammeln. Die unter dem Rahm befindliche Flüssigkeit besitzt eine mehr wässerige Consistenz und eine bläuliche Farbe.

Sowie das Blut ist auch die Milch eine emulsive Flüssigkeit, in welcher einige Bestandtheile im gelösten Zustande vorhanden sind, während die sogenannten Milch- oder Butterkügelchen, darin suspendirt, der Milch die ihr eigenthümliche Färbung und Undurchsichtigkeit verleihen. Funke: Atl., 2. Aufl. T. XV, Fig. 1.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Anatomisch betrachtet, erscheint die Milch als eine Lösung gewisser Stoffe in Wasser, die durch unzählige darin suspendirte Formelemente undurchsichtig wird, während sie ohne diese Formelemente eine durchsichtige farblose Flüssigkeit darstellen würde.

Diese Formelemente sind:

a. Die Milchkügelchen. Stark lichtbrechende, mehr oder weniger sphärische mikroskopische Gebilde von einer mittleren Grösse von 0,00125 bis 0,004‴. Sie bestehen den mikrochemischen Reactionen zufolge aus dem Butterfett, eingeschlossen in einer aus unlöslichen Albuminaten bestehenden Hülle.

b. Die Colostrumkörperchen. Kuglige Gebilde von 0,00667 bis 0,025‴ Durchmesser, welche aus Conglomeraten von Fettkügelchen vereinigt durch ein Bindemittel bestehen. Man bemerkt zuweilen eine Hülle und im Inneren des Fetthäufchens noch einen Kern. Die Colostrumkörperchen finden sich besonders reichlich im Colostrum: der ersten Brustdrüsensecretion Gebärender bis zum dritten bis vierten Tage nach der Geburt, sie finden sich aber auch noch in der später secernirten wirklichen Milch.

c. Epithelialzellen (selten und der Milch nicht wesentlich).

Mikroskopische Abbildungen der Milch und des Colostrums bei Funke: Atlas, 2. Aufl. Taf. XV, Fig. 1 und 2.

Rahmbildung und Butterbildung.

Die Rahmbildung in ruhig stehender Milch beruht, wie bereits weiter oben erwähnt wurde, darauf, dass ein Theil der Milchkügelchen ihres geringen specifischen Gewichtes wegen an die Oberfläche steigt. Dass immer nur ein Theil derselben sich an die Oberfläche begiebt, während ein anderer Theil suspendirt bleibt, hat offenbar in ihrer verschiedenen Grösse und Beschaffenheit seinen Grund. Da das geringere specifische Gewicht der Milchkügelchen durch das in ihnen enthaltene Fett be-

dingt ist, so werden diejenigen Kügelchen in den Rahm gehen, welche im Verhältniss zu ihrer aus Albuminaten bestehenden Hülle das meiste Fett enthalten, also die grösseren.

Die Butterbildung, durch die Operation des sogenannten Butterns, beruht wahrscheinlich darauf, dass dadurch die Hüllen der Milchkügelchen, welche ihr Zusammenfliessen verhindern, grösstentheils zerrissen werden, und sich nun ihr Inhalt mit einem Theil unzerstörter Milchkügelchen zur Butter vereinigt, welche natürlich auch noch wirklich gelöste Bestandtheile der Milch mechanisch einschliesst. Die durch das Buttern ihres Fettes grösstentheils beraubte Milch ist die Buttermilch.

Chemische Bestandtheile der Milch.

Normale und constante Bestandtheile der Milch.

Chemische Bestandtheile.

Wasser, Caseïn, Albumin, Milchzucker, Glyceride (Fette der Milchkügelchen), Milchsäure? Extractivstoffe, anorganische Salze: Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaure Alkalien, phosphorsaure Kalk- und Bittererde, kohlensaures Alkali (in der Asche), Spuren von Eisen, Fluormetallen und Kieselerde. Gase: Kohlensäure und Stickstoff.

Nicht constante und abnorme Bestandtheile der Milch.

Milchsäure (bei der Milchgährung), Hämatin, Gallenfarbstoff, Harnstoff, Schleimstoff.

Als abnorme, nur unter pathologischen Verhältnissen auftretende morphologische Bestandtheile hat man nachgewiesen:

Schleimkörperchen, Blutkörperchen, Eiterkörperchen, Faserstoffgerinnsel (bei bluthaltender Milch), Infusorien und niedere pflanzliche Organisationen: Vibrio cyanogeneus und Byssus (blaue Milch).

Von aussen eingeführt, sollen sich Jodkalium, Jod, die Salze von Eisen, Zink, Quecksilber, Blei, Wismuth, Arsen, Antimon, die ätherischen Oele des Knoblauchs und der Cruciferen überhaupt, des Anis und Wermuths, Indigo und Riechstoffe in der Milch wiederfinden.

Chemische Bestandtheile der Milchkügelchen.

Chemische Bestandtheile der Milchkügelchen.

Die Milchkügelchen enthalten sämmtliches Fett der Milch, in einer Albuminathülle eingeschlossen. Dass in der That eine Hüllenmembran besteht, ergiebt sich aus Folgendem: Behandelt man sie unter dem Mikroskop mit Essigsäure, so sieht man das Milchkügelchen sich vielfach verzerren, und häufig kleinere diffuse Fetttröpfchen daraus austreten; schüttelt man die Milch mit Aether, so verliert sie ihre emulsive Beschaffenheit nicht, und der Aether nimmt kein oder nur wenig Fett auf, weil

eben die Hüllenmembran die Einwirkung des Aethers auf das darin eingeschlossene Fett verhindert; setzt man aber vorher etwas Aetzkali zu, welches die Hüllenmembran auflöst, und schüttelt dann mit Aether, so nimmt dieser alles Fett auf, und die untenstehende Milch wird durchsichtig, fast wasserhell.

Von den Fetten der Milchkügelchen sind zunächst nur die der Kuhmilch genau untersucht worden. Chevreul giebt als Bestandtheile des Kuhbutterfettes an: die Glyceride von Stearin-, Palmitin- und Oelsäure, sowie von Caprin-, Capryl-, Capron- und Buttersäure.

Heintz dagegen fand in der Kuhbutter die Glyceride der Butinsäure, Stearinsäure, Palmitinsäure, Myristinsäure und Oelsäure. Die flüchtigen Fettsäuren, insofern sie in der Butter aufgefunden wurden, sind sehr wahrscheinlich wenigstens zum Theil Zersetzungsproducte, und durch den Process des Ranzigwerdens entstanden.

Allgemeines chemisches Verhalten der Milch.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Die Milch reagirt bald alkalisch, bald neutral und bald sauer; die Milch der Kühe reagirt meist, die der Fleischfresser, wie es scheint, immer sauer.

Beim Kochen überzieht sich die Milch mit einer weissen Haut: der Milchhaut, die weggenommen sich beständig wieder erneuert. Sie besteht aus unlöslich gewordenem Caseïn, und ihre Bildung ist ganz unabhängig vom Zutritt der atmosphärischen Luft und des Sauerstoffs. Der Grund derselben scheint in der an der Oberfläche der Milch rascher erfolgenden Verdunstung zu liegen, die schneller erfolgt, als die Diffusion von Statten gehen kann.

Lässt man frische Milch durch thierische Membranen transsudiren, so erhält man schwach opalisirende Flüssigkeiten, welche beim Erhitzen auf 70° bis 75° C. in Flocken gerinnen, demnach Albumin enthalten (Hoppe folgert aus diesem von ihm angestellten Versuche, dass die Milch immer Albumin enthält, was von anderen Chemikern geleugnet wird). Das Filtrat vom Albumincoagulum enthält Caseïn, Milchzucker und Salze.

Die Milch wird durch alle Säuren coagulirt; mehrere derselben, insbesondere Essigsäure und Weinsäure, lösen aber, im Ueberschuss zugesetzt, den entstandenen Niederschlag von Caseïn wieder auf. Alle diese Niederschläge durch Säuren entstehen aber in der Milch nur, wenn die Säure in einem grösseren Verhältniss hinzukommt, als der Menge des vorhandenen mit dem Caseïn verbundenen Alkali entspricht. Wird die Säure vorsichtig, nur bis zur Neutralisation zugesetzt, so bleibt das von seinem Alkali getrennte Caseïn in Lösung, wahrscheinlich mittelst der Salze der Milch. Wird frische Milch mit einem Ueberschusse von Chlornatrium oder Salpeterlösung versetzt, und einige Zeit stehen gelassen, so tritt die

Milchsäurebildung wohl ein, aber es bildet sich kein Caseïncoagulum; kocht man aber die so flüssig erhaltene Milch, so gerinnt sie grobflockig, wie eine concentrirte neutrale Albuminlösung. In saurer Milch wird stets durch Erhitzen der Molken ein flockiges Coagulum erhalten. Ueberlässt man frische Milch an einem ruhigen Orte längere Zeit sich selbst, so findet eine chemische Veränderung: das sogenannte Dickwerden derselben, statt. Bei dieser freiwillig erfolgenden Coagulation scheidet sich die Milch in eine gallertige, leberartige Masse, und eine säuerliche, grünliche, dünne Flüssigkeit: die Molken. (Ueber die Ursachen dieser Gerinnung vergl. Bd. II, S. 530 und diesen Band S. 139.) Die leberartige Masse besteht im Wesentlichen aus unlöslich gewordenem Caseïn und Fett. Die Molken enthalten hauptsächlich die Salze der Milch, Milchsäure, Milchzucker, noch etwas Fett, und eine geringe Quantität Caseïn aufgelöst (Zieger).

Wenn die Milch einige Zeit lang der Luft ausgesetzt wird, so nimmt sie Sauerstoff auf und giebt Kohlensäuregas aus. Nach den Beobachtungen von Hoppe nimmt Milch innerhalb drei Tagen allen Sauerstoff aus einer Luft auf, deren Volumen grösser ist wie ihr eigenes. Aus einigen weiteren Beobachtungen glaubt Hoppe den Schluss ziehen zu dürfen, dass sich unter der Einwirkung der Luft aus Caseïn Fett erzeugen könne. Diese Beobachtungen sind aber keineswegs beweisend, und geben nur Anregung zu genaueren und ausgedehnteren Untersuchungen.

Dass die so häufig saure Reaction der Milch im frischen Zustande von freier Milchsäure herrührt, scheint nach den Untersuchungen von Hoppe kaum mehr zu bezweifeln.

Allgemeines chemisches Verhalten der Butter.

Allgemeines chemisches Verhalten der Butter.

Bei dem Buttern der Milch oder besser des Rahms erhält man durch anhaltendes Schlagen oder Rühren die Butter. Die Milch, aus welcher durch das Buttern das Fett grösstentheils abgeschieden ist, bleibt als Buttermilch zurück; diese ist dicklich, schwach geronnen, schmeckt und reagirt schwächer oder stärker sauer, und enthält Caseïn, und die übrigen Bestandtheile der Milch, aber auch freie Buttersäure.

Wird die Butter bis auf etwa 60° C. erwärmt, so schmilzt sie zu einer klaren, öligen Flüssigkeit, welche oben auf schwimmt, während sich darunter die in der Butter eingeschlossen gewesene wässerige Lösung der übrigen Milchbestandtheile befindet. Durch wiederholtes Waschen der abgeschiedenen Fette mit Wasser von 40° C. lassen sich dieselben von den fremden Bestandtheilen nahezu vollständig befreien. Alkohol und Aether lösen die Butter zu opalisirenden Flüssigkeiten.

Die bemerkenswertheste chemische allgemeine Eigenschaft der Butter ist die, ranzig zu werden. Das Ranzigwerden beruht auf einer durch den Sauerstoff der Luft eingeleiteten Zersetzung der Glyceride, wobei das Glycerin zerstört und in Acroleïn und Ameisensäure umgesetzt wird,

während die eigentlichen Fettsäuren in flüchtige Fettsäuren verwandelt werden.

Auf diese Zersetzung üben die der Butter beigemengten Milchbestandtheile einen bestimmenden Einfluss aus; denn die durch Auswaschen und vorsichtiges Schmelzen (sogenanntes Auslassen) von diesen fremden Theilen gereinigte Butter (Schmalz) ist viel weniger geneigt, ranzig zu werden. Auch das Beimengen von hinreichend Salz verzögert in unaufgeklärter Weise die Zersetzung der Butterfette.

Durch Erhitzen mit kaustischen Alkalien wird die Butter leicht verseift, beim Zersetzen der Seife durch Säuren scheiden sich die nichtflüchtigen Säuren ab, während die flüchtigen Säuren zum Theil in Wasser gelöst bleiben.

Quantitative Zusammensetzung der Milch.

Milch-analyse.

Zur quantitativen Analyse der Milch sind mehrere Methoden vorgeschlagen und in Anwendung gekommen. Wir erwähnen die Methoden von Dumas-Scherer, von Haidlen, Vernois und Becquerel, und von Filhol und Joly.

Methoden derselben.

Bei der Dumas-Scherer'schen Methode bestimmt man Wasser, feste Stoffe und anorganische Salze, indem man eine gewogene Menge Milch im Wasserbade abdampft, und den Rückstand bei 100° C. oder im Vacuo über Schwefelsäure vollständig trocknet. Der gewogene Rückstand ist = den festen Stoffen der Milch. Die Menge des Wassers ergiebt sich aus dem Gewichtsverlust. Durch Einäscherung des Milchrückstandes und Wägen der erhaltenen Asche erhält man die anorganischen Salze. Zur Bestimmung der Milchfette wird eine gewogene Menge des fein gepulverten Milchrückstandes so lange mit Aether digerirt, als dieser noch etwas aufnimmt. Durch Zurückwägen des extrahirten Rückstandes, oder Verdampfen der ätherischen Auszüge und Wägen der Rückstände der letzteren erhält man das Gewicht der Milchfette. Zur Bestimmung des Milchzuckers und der löslichen Salze wird der mit Aether extrahirte Milchrückstand mit Wasser, dem einige Tropfen Essigsäure zugesetzt sind, kochend ausgezogen, und der Wasserauszug bei 100° C. zur Trockne gebracht. Das Gewicht des Rückstandes ist = dem Gewichte des Milchzuckers, der löslichen Salze und Extractivstoffe. Der Rückstand von der Behandlung des Milchpulvers mit Aether und essigsäurehaltigem Wasser wird bei 100° C. getrocknet als Caseïn mit unlöslichen Salzen in Rechnung gebracht.

Scherer hat vor Dumas eine ähnliche Methode der Analyse der Milch angegeben. Die Unterschiede derselben werden leicht aus folgenden Angaben ersehen werden können.

Nach Scherer wird eine gewogene Menge Milch zur Bestimmung der festen Stoffe und des Wassers verwendet. Durch Einäschern des bei dieser Bestimmung erhaltenen Rückstandes erhält man die Menge der feuerbeständigen Salze.

Eine andere gewogene Quantität Milch wird im Wasserbad bis nahe zur Trockne verdampft, sodann mit 1 bis 2 Tropfen Essigsäure vermischt, wodurch das Caseïn in den nachfolgenden Menstruis unlöslich wird, sodann mit Aether, um die Butter, und mit Wasser, um Milchzucker, Extractivstoffe und Salze zu entfernen, behandelt. Die erhaltenen Auszüge werden trocken gewogen und dann, um die Salze derselben abzuziehen, verbrannt. Der Rückstand ist Caseïn.

Die Methode von Haidlen hat das Eigenthümliche, dass die Milch zur Bestimmung des Wassers, der Butter, des Milchzuckers und der löslichen Salze mit einer gewogenen Menge gebrannten und vollkommen trockenen Gypses eingedampft wird, wobei der Gypszusatz den Zweck hat, das Trocknen und Pulvern des Rückstandes zu erleichtern, und gleichzeitig das Caseïn unlöslich zu machen. Man trocknet im Luftbade den Rückstand bei 100° C., und erfährt so nach Abzug des Gypses den Gehalt der Milch an festen Stoffen und an Wasser. Durch Erschöpfen des gepulverten Rückstandes mit Aether und Zurückwägen desselben oder Abdampfen der ätherischen Auszüge und Wägung derselben erfährt man das Gewicht der Butter. Extrahirt man den entfetteten Rückstand mit Alkohol von 0,85, so lange derselbe noch etwas aufnimmt, und wägt den Rückstand zurück, so giebt der Gewichtsverlust, welchen derselbe durch die Extraction mit Alkohol erfahren hat, das Gewicht des Milchzuckers und der löslichen Salze an. Das was nach der Extraction mit Weingeist noch zurückbleibt, ist Caseïn, Gyps und unlösliche Salze der Milch. Zieht man von dem Gewichte dieses Rückstandes das Gewicht des in ihm enthaltenen Gypses ab, so erhält man das Gewicht des Caseïns und der unlöslichen Salze.

Die von Vernois und Becquerel in Anwendung gezogene Methode unterscheidet sich von der Dumas'schen nur darin, dass das Caseïn aus der Milch durch Lab oder Essigsäure gefällt, und der Zuckergehalt des Filtrats durch den Circularpolarisationsapparat bestimmt wird. Das Caseïn wird aus dem schliesslichen Verluste bestimmt. Der Zuckergehalt der Milch kann übrigens auch durch eine titrirte Fehling'sche Flüssigkeit bestimmt werden, wobei aber zu beachten ist, dass das Reductionsvermögen des Milchzuckers von dem des Traubenzuckers verschieden ist. 1 Aeq. Milchzucker reducirt 7 Aeq. Kupferoxyd, es müssen jedoch mindestens 3 Aeq. Kali zugegen sein.

Die von Filhol und Joly angewandte Methode führt zu keiner genauen Bestimmung des Caseïns und Fettes, und mag daher hier übergangen werden. Wir erwähnen diess besonders deshalb, weil wir dadurch die Nichtberücksichtigung der von Filhol und Joly erhaltenen Zahlen in Nachfolgendem zu rechtfertigen glauben.

Quantitative Zusammensetzung der Milch.

Ueber die quantitative Zusammensetzung der Milch des Menschen und der Säugethiere liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Die meisten davon beziehen sich allerdings auf Kuhmilch, und sind zur Aufhellung der Bedingungen der Milchproduction vom landwirthschaftlichen Standpunkte angestellt. Wir geben eine tabellarische Zusammenstellung der besseren und genaueren Analysen, oder der daraus gezogenen Mittelzahlen, wobei wir uns aber vorläufig auf die Frauenmilch beschränken, indem wir die die Thiermilch betreffenden Angaben erst daran anschliessend geben, um so gut es angeht, die Verhältnisse beim Menschen und bei Thieren auseinanderzuhalten. Auch hier aber sind die Zahlen nur als ungefährer Ausdruck für die mittlere Zusammensetzung zu betrachten, da dieselbe unter verschiedenen rein physiologischen Bedingungen bedeutenden Schwankungen unterworfen ist.

Frauenmilch.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauenmilch												
	Clemm			Fr. Simon			Haidlen		Henry und Chevallier	L'Héritier	Doyère 45jährige Amme	Vernois und Becquerel Mittel aus 89 Anal.	Pfaff und Schwarz
	I. 4ter Tag nach der Geburt	II. 9ter Tag nach der Geburt	III. 12ter Tag nach der Geburt	IV. Mittel aus 14 Analys.	V. 20jährige Amme	VI. 36jährige Frau	VII.	VIII.					
Wasser	879,85	885,82	905,81	883,6	898,0	894,6	—	—	879,5	858,0	836,9	889,08	—
Feste Stoffe	120,15	114,18	94,19	116,4	102,0	106,0	—	—	120,5	142,0	163,1	110,92	—
Caseïn	35,33	36,91	29,11	34,3	32,0	34,0	31	27	15,2	13,0	8,5	39,24	—
Albumin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—
Butter	42,97	35,32	33,45	25,3	28,8	38,0	34	13	35,5	36,5	76,0	26,66	—
Milchzucker	41,18	42,98	31,54	48,2	36,0	40,5	43	32	65,0	78,0	73,1	43,64	—
Anorganische Salze	2,09	1,69	1,94	2,3	—	1,8	—	—	4,5	4,5	1,5	1,38	—
Chlorkalium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,38
Natron	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16
Phosphors. Natron	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,22
Phosphors. Kalk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,37
Phosphors. Magnesia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27
Phosphors. Eisenoxyd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spur

NB. Diese Zusammenstellung ist Moleschott's Physiologie der Nahrungsmittel entlehnt.

Diesen Analysen zufolge beträgt der Wassergehalt gesunder Frauenmilch im Mittel 885,66, das Caseïn 28,11, die Butter 35,64, der Milchzucker 48,17, und der Salzgehalt 2,42 pro Mille. Doch wären strenge genommen nur diejenigen Analysen unter sich vergleichbar, die nach derselben Methode ausgeführt wurden. Bei den Aschenbestandtheilen tritt der hohe Gehalt an phosphorsaurem Kalk, sowie das Vorwiegen des Kalis über das Natron zu Tage, worauf wir noch später zurückkommen.

Colostrum.

Eine von der eigentlichen Milch abweichende Zusammensetzung besitzt das Colostrum, die vor der Geburt und in den ersten Tagen nach derselben von den Brustdrüsen secernirte Flüssigkeit, wie nachstehende Tabelle anschaulich macht.

Bestandtheile in 1000 Theilen	Colostrum der Frauen									
	Clemm						Simon nach der Geburt	Wildenstein nach der Geburt	Mittelwerthe	Mittel für 1000 Theile
	4 Wochen vor der Geburt I.	4 Wochen vor der Geburt II.	17 Tage vor der Geburt III.	9 Tage vor der Geburt IV.	24 Stund. nach der Geburt V.	2 Tage nach der Geburt VI.				
Wasser	945,24	851,97	851,72	858,55	842,99	867,88	828,00	—	863,76	864,40
Feste Stoffe	54,76	148,03	148,28	141,45	157,01	132,12	172,00	—	136,24	135,60
Albumin	29,81	69,03	74,77	80,73	—	—	—	—	52,69	52,73
Caseïn	—	—	—	—	—	21,82	40,00	—		
Butter	7,07	41,30	30,24	23,47	—	48,63	50,00	—	33,45	33,47
Milchzucker	17,27	39,45	43,69	36,37	—	60,99	70,00	—	44,63	44,66
Salze	4,41	4,43	4,48	5,44	5,12	—	3,10	—	4,73	4,74
Chlorkalium	—	—	—	—	—	—	—	1,25	—	—
Chlornatrium	—	—	—	—	—	—	—	0,51	—	—
Kali	—	—	—	—	—	—	—	1,02	—	—
Kalk	—	—	—	—	—	—	—	0,90	—	—
Bittererde	—	—	—	—	—	—	—	0,04	—	—
Phosphorsäure	—	—	—	—	—	—	—	0,90	—	—
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	—	—	0,10	—	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	—	—	—	—	—	—	0,01	—	—

Aus vorstehender Tabelle ergiebt sich als allgemeines Resultat, dass das Colostrum in den früheren Perioden seiner Secretion und bis nach der Geburt kein Caseïn, sondern gewöhnliches Albumin enthält. Erst am zweiten Tage nach der Geburt tritt in obigen Analysen das Caseïn auf, und zugleich verschwindet das Albumin, wenigstens grösstentheils. Dass auch die ausgebildete Milch neben Caseïn etwas Albumin führt, hat Fr. Hoppe nachgewiesen. Es ist übrigens der über diese Frage lange Zeit fortgesponnene Streit ein sehr unfruchtbarer, da die Albuminate so vielfache Uebergänge ineinander zeigen, dass kaum eine Reaction derselben, die zu ihrer differentiellen Diagnose angewendet wird, constant und allgemein gültig genannt werden kann. Die in der Tabelle aufgeführten Analysen des Colostrums lehren ferner, dass dasselbe reicher an festen aufgelösten Stoffen ist wie die Milch, und namentlich mehr Salze und Milchzucker enthält. Auch der Fettgehalt ist durchschnittlich ein höherer.

Quantitative Zusammensetzung der Milch von Thieren.

Quantitative Zusammensetzung der Milch von Thieren.

Wegen der allgemeinen Anwendung der Milch gewisser Hausthiere als Nahrung und diätetisches Mittel erscheint es von Interesse, das Gewichtsverhältniss der einzelnen Milchbestandtheile bei den verschiedenen Milchsorten zu vergleichen. In der That liegen sehr zahlreiche derartige Untersuchungen vor, nicht nur über die Milch verschiedener Säugethiere überhaupt, sondern auch verschiedener Racen. Diess gilt namentlich für die die allgemeinste Anwendung findende Milchgattung: die Kuhmilch. Man hat bei diesen Untersuchungen auch auf die verschiedensten physiologischen Momente eingehende Rücksicht genommen, allerdings vorzugsweise vom landwirthschaftlichen Standpunkte ausgehend, aber dabei auch Resultate erhalten, die von allgemeinem physiologischem Interesse sind, und auf die wir weiter unten noch zurückkommen werden. Die unten mitgetheilten und tabellarisch zusammengefassten Analysen der Milch verschiedener Thiere sind keineswegs das unmittelbare Zahlenresultat von Einzelanalysen, sondern die aus mehreren, oft sehr vielen Analysen gezogenen Mittel. Um streng genommen vergleichbar zu sein, müssten sie allerdings alle nach einer und derselben Methode angestellt sein, was aber nicht der Fall ist. Auch über das Colostrum verschiedener Thiere liegen Untersuchungen vor, da sie aber zu denselben allgemeinen Resultaten führten, wie die Untersuchungen des Colostrums der Frau, insofern es sich nämlich um das Verhältniss des Colostrums zur Milch handelt, und da das Colostrum der Thiere eine Verwerthung als Nahrungs- oder Heilmittel nicht findet, so beschränken wir uns darauf, die eigentliche Milch der Thiere ins Auge zu fassen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Kuhmilch	Ziegen-milch	Schafs-milch	Esels-milch	Stuten-milch	Milch einer Büffelkuh (Einzel-analyse)
Wasser	857,05	863,58	839,89	910,24	828,37	806,40
Feste Stoffe . .	142,95	136,42	160,11	189,76	171,63	193,60
Caseïn	48,28	33,60	53,42 (Caseïn und Albumin)	20,18	16,41 (Caseïn und Albumin)	42,47
Albumin	5,76	12,99				13,00
Butter	43,05	43,57	58,90	12,56	68,72	84,50
Milchzucker . .	40,37	40,04	40,98	57,02 (Milchzucker und anorgan. Salze)	86,50 (Milchzucker und anorgan. Salze)	45,18
Anorgan. Salze	5,48	6,22	6,81			8,45

Gasgehalt der Milch und quantitative Zusammensetzung der Milchgase.

Genauere Untersuchungen über die Gase der Milch liegen nur von Fr. Hoppe vor, und zwar beziehen sich seine Versuche auf Ziegenmilch. Die Gewinnung der Milchgase geschah zuerst in ähnlicher Weise, wie beim Blute nach dem Verfahren von L. Meyer, später aber, als sich dieses für die Milch wenig anwendbar zeigte, mit Hülfe eines eigenen Apparates, im Wesentlichen einer Luftpumpe. Milchgase.

Die Resultate der Versuche stimmten aber wenig untereinander überein, im Allgemeinen ergab sich, dass der Gasgehalt der Milch ein geringer ist, und wenig mehr wie 3 Proc. betrage, die qualitative Analyse des Gasgemenges zeigte dasselbe aus Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff bestehend. Hoppe ist aber geneigt, den Sauerstoff- und einen entsprechenden Antheil des Stickstoffgehaltes auf Rechnung einer zufälligen Beimengung von atmosphärischer Luft zu setzen.

In einem Versuche, den Hoppe für den am Besten gelungenen hält, fand er

In 100 Vol. Gas:

Kohlensäure	55,15 Vol.
Stickstoff	40,56 „
Sauerstoff	4,29 „

Jedenfalls besteht nach seinen Versuchen die Hauptmenge des Gases aus Kohlensäure.

Quantitative Zusammensetzung der Milchasche.

Die wenigen genaueren Analysen über die Zusammensetzung der Milchasche von Frauen und Kühen stellen wir in Folgendem tabellarisch zusammen. Quantitative Zusammensetzung der Milchasche.

Bestandtheile für 100 Theile der Asche	Frauenmilch	Kuhmilch			
	Wildenstein	Weber		Haidlen	
		I.	II.	III.	IV.
Chlornatrium	10,73	4,74	16,23	4,89	4,43
Chlorkalium	26,33	14,18	9,49	29,38	23,86
Kali	21,44	23,46	23,77	—	—
Natron	—	6,96	—	8,57	5,86
Kalk	18,78	17,34	17,31	25,51	24,25
Bittererde	0,87	2,20	1,90	3,87	3,78
Eisenoxyd	—	0,47	0,33	—	—
Phosphorsäure	19,00	28,04	29,13	26,32	25,16
Phosphors. Eisenoxyd .	0,21	—	—	1,42	1,26
Schwefelsäure	2,64	0,05	1,15	—	—
Kohlensäure	—	2,50	—	—	—
Kieselerde	Spur	0,06	0,09	—	—

Diese Analysen ergeben das übereinstimmende Resultat, dass unter den anorganischen Bestandtheilen der Milch die Kali- über die Natronverbindungen bedeutend überwiegen, und dass ausserdem in der Milchasche bedeutende Mengen von phosphorsaurem Kalk enthalten sind. Wenn man es als ausser Zweifel stehend betrachten muss, dass das Material zur Milchsecretion vom Blute geliefert wird, so erscheint es von hohem physiologischen Interesse, dass sich die Asche der Blutkörperchen in ihrer quantitativen Zusammensetzung der Asche der Milch viel mehr nähert, wie jener des Blutserums, wie nachstehende Tabelle anschaulich macht.

Bestandtheile für 100 Thle. Asche	Frauenmilch Wildenstein	Kuhmilch		Blutzellen	Blutserum	Blut nach Abzug des Eisens
		Weber	Haidlen	C. Schmidt	C. Schmidt	Verdeil
Natrium . . .	4,21	6,38	8,27	18,26	37,82	29,46
Kalium	31,59	24,71	15,42	39,76	3,94	10,36
Chlor	19,06	14,39	16,96	18,10	43,45	37,52
Kalk	18,78	17,31	56,52 (Kalk, Bittererde, Phosphorsäure)	12,65	9,39	2,06
Bittererde . . .	0,87	1,90				1,40
Phosphorsäure	19,00	29,13				12,33
Schwefelsäure .	2,64	1,15	—	0,81	1,15	1,82
Eisenoxyd . . .	0,10	0,33	0,62	—	—	—
Kieselsäure . .	Spur	0,09	—	—	—	—

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung der Milch unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen.

Verschiedenheiten der quantitativen Zusammensetzung der Milch unter physiologischen Verhältnissen.

Dass die quantitative Zusammensetzung der Milch unter verschiedenen physiologischen Bedingungen eine sehr variable ist, erscheint durch zahlreiche Untersuchungen zur Genüge constatirt. Diese Untersuchungen beziehen sich jedoch nur zum kleinsten Theile auf Frauenmilch, und wurden an verschiedenen Thieren angestellt; auch ist es keineswegs gelungen, den Wirkungswerth des Einflusses, welchen verschiedene Momente auf die Zusammensetzung der Milch ausüben, mit voller Bestimmtheit überall zu eruiren. Es ist klar, dass nur da, wo der Natur der Sache nach die vergleichenden Versuche an einem und demselben Thiere angestellt werden können, den Forderungen wissenschaftlicher Kritik entsprochen werden wird; wo diess nicht geschehen oder überhaupt nicht möglich ist, müssen die erlangten Resultate um so mehr der vollen Beweiskraft entbehren, je weniger es möglich ist, unter gleichen Bedingungen zu verfahren. Wir geben daher die nachfolgenden Angaben mit allem Vorbehalt.

Einfluss des Alters.

Einfluss des Alters. Ueber diesen Factor wurden von Vernois und Becquerel Beobachtungen an Frauen angestellt. Die Resultate stellen wir in folgender Tabelle zusammen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauenmilch				
	15 bis 20 Jahr.	20 bis 25 Jahr.	25 bis 30 Jahr.	30 bis 35 Jahr.	35 bis 40 Jahr.
Wasser	869,85	886,91	892,96	888,06	894,94
Feste Stoffe	130,15	113,09	107,04	111,94	105,06
Caseïn	55,74	38,73	36,53	42,33	42,07
Butter	37,38	28,21	23,48	28,64	22,33
Milchzucker	35,23	44,72	45,77	39,53	39,60
Salze	1,80	1,43	1,46	1,44	1,06

Wollte man diesen Versuchen volle Beweiskraft zuerkennen, so würde

die Milch von 15 bis 20jährigen Ammen am meisten
„ „ „ 35 „ 40jährigen „ „ wenigsten

feste Stoffe enthalten. Nach dem Gehalte der Frauenmilch an Caseïn folgen in absteigender Linie:

15 bis 20 Jahre
30 „ 35 „
35 „ 40 „
20 „ 25 „
25 „ 30 „

Nach dem Gehalte an Butter 15 bis 20 Jahre
30 „ 35 „
20 „ 25 „
25 „ 30 „
35 „ 40 „

Der Gehalt an Salzen ergiebt keine erheblichen Differenzen.

Einfluss der Constitution.

Einfluss der Constitution. Die hierüber angestellten Untersuchungen bei Frauen sind wenig zahlreich und widersprechen sich überdiess theilweise. Nach den Versuchen von Vernois und Becquerel sollen Frauen sogenannter schwacher Constitution eine an festen Stoffen reichere Milch geben, wie Frauen robuster Constitution, deren Milch namentlich an Caseïn ärmer sein soll. In Bezug auf die Beschaffenheit der Milch von blonden und brünetten Frauen widersprechen sich die Angaben L'Héritier's und Vernois' u. Becquerel's geradezu. L'Héritier analysirte die Milch zweier 22jähriger Weiber in gleichen Lebensverhältnissen, von welchen die eine blond, die andere brünett war. Er fand:

Bestandtheile für 1000 Theile	Blondine		Brünette	
	I.	II.	I.	II.
Wasser	892,0	881,5	853,3	853,0
Feste Stoffe	108,0	118,5	146,7	147,0
Caseïn	10,0	9,5	16,2	17,0
Butter	35,5	40,5	54,8	56,3
Milchzucker	58,5	64,0	71,2	70,0
Salze	4,0	4,5	4,5	4,5

Vernois und Becquerel dagegen fanden in der Milch blonder und brünetter Frauen gar keine erheblichen Differenzen der Zusammensetzung; die Milch blonder enthielt im Widerspruch mit L'Héritier eher etwas weniger Caseïn ($^2/_{10}$ Proc.).

Einfluss der Raçen bei Thieren.

Einfluss der Racen bei Thieren. Von den hierüber angestellten Untersuchungen berühren wir nur diejenigen, welche von physiologisch-diätetischem Interesse wegen der Anwendung der betreffenden Milchsorten sind. Ueber die Milch von Kühen verschiedener Racen sind von Vernois und Becquerel umfassende Untersuchungen angestellt. Wir stellen einige seiner Angaben übersichtlich zusammen:

K u h m i l c h.

In 1000 Theilen	Schweiz	Tyrol	Voigtland	Steyermark	Normandie	Bretagne	Angus	Durham	Holland	Belgien	Böhmen
Wasser . . .	851,98	817,40	849,90	853,15	871,80	837,48	803,20	845,60	839,72	857,70	841,80
Feste Stoffe .	148,02	182,60	150,16	146,85	128,20	162,52	196,80	154,40	160,28	142,30	158,20
Caseïn . . .	22,56	41,98	37,64	22,63	42,18	46,50	45,62	32,46	34,87	31,50	28,52
Albumin . .	3,08	7,60	8,00	8,82	5,50	7,24	7,90	11,14	7,32	9,10	10,20
Butter . . .	70,88	79,60	51,40	62,80	32,40	57,04	98,80	64,10	68,46	62,20	63,40
Zucker . . .	45,90	48,42	46,26	46,20	42,12	45,54	37,26	39,70	43,50	32,92	49,68
Salze . . .	5,60	5,00	6,80	6,40	6,00	6,20	7,22	6,82	6,14	6,78	6,40

E. Marchand verglich die Zusammsetzung der Milch von Kühen der reinen Race der Normandie und einer gekreuzten Normandie-Durham-Race. Die Milch enthielt im Liter:

	Reine Normandie-Race Grammes	Normandie-Durham-Race Grammes
Butter	56,22	52,97
Milchzucker	50,50	51,13
Caseïn	22,27	19,75
Albumin	11,37	9,46
Salze	8,09	8,01
Wasser	885,35	891,31
Gewicht von 1 Litre bei 15° C.	1038,80	1032,63

Marchand schliesst aus diesen Versuchen, dass eine Kuh der reinen Normandie-Race jährlich 340 Kilogr. Milch (entsprechend 30,76 Kilogr. Butter und 14,61 Kilogr. Caseïn) mehr liefert, als eine Kuh der gekreuzten Race.

Auch über die Zusammensetzung der Milch verschiedener Ziegenracen und Schafracen liegen von Becquerel und Vernois Beobachtungen vor:

Ziegenmilch:

In 1000 Theilen	Oberägyptische Race	Aus Paris und Umgegend, Mittel aus 7 Analysen	Saanen (Bern)		Schwyzer Race	Thibeter Race, Paris
Wasser . . .	879,92	844,90	859,50	892,25	878,11	856,50
Feste Stoffe .	120,08	155,10	140,50	107,75	121,89	143,50
Caseïn . . .	24,37	55,15	26,58	24,09	24,55	24,47
Albumin . . .	9,93		11,80	15,25	16,00	13,20
Butter . . .	42,40	56,87	53,80	30,06	38,40	55,45
Milchzucker .	37,30	36,91	42,12	31,86	36,90	43,38
Salze	6,00	6,18	6,20	6,50	6,04	7,00

Schafmilch:

In 1000 Theilen	Pariser Gegend, Mittel aus 4 Analysen	Merinorace aus Oesterreich	Englische Race Southdown Filhol et Joly
Wasser	832,32	824,00	842,0
Feste Stoffe	167,68	176,00	158,0
Caseïn	69,78	45,02	65,0
Albumin			
Butter	51,31	82,88	40,0
Milchzucker	39,43	33,14	46,1
Salze	7,16	6,42	6,9

Wir verzichten darauf, diese Tabellen näher zu erörtern, die darin enthaltenen Zahlen sprechen mehr oder weniger für sich selbst; wir machen nur darauf aufmerksam, dass ein ziemlich regelmässiger Gegensatz zwischen dem Caseïn- und dem Buttergehalt der Milch besteht. Käsestoffreiche Milch ist im Allgemeinen butterarm, und umgekehrt, so dass selbst die Landwirthe vielfach zwischen Käsekühen und Butterkühen unterscheiden. Dieser Gegensatz findet sich aber auch bei Frauen- und Schafmilch wieder.

Einfluss der Secretionsdauer.

Einfluss der Secretionsdauer. Dass die Zeitdauer der Milchsecretion auf ihre quantitative Zusammensetzung von Einfluss ist, ergiebt sich schon aus der bereits erörterten Verschiedenheit des von der Geburt secernirten Colostrums und der später secernirten eigentlichen Milch. Aber auch letztere zeigt wesentliche Verschiedenheiten in den verschiedenen Secretionsperioden.

Nach den Beobachtungen von Vernois und Becquerel zeigt sich in der Frauenmilch

Vermehrung des Caseïns bis zum 2. Monat nach der Geburt,
Verminderung des Caseïns vom 10. bis 24. Monat nach der Geburt,
Vermehrung der Butter bis zum 2. Monat nach der Geburt,
Verminderung der Butter im 5. bis 6. Monat, 10. bis 11. Monat nach der Geburt,
Verminderung des Zuckers im 1. Monat nach der Geburt,
Vermehrung des Zuckers vom 8. bis 10. Monat nach der Geburt,
Vermehrung der Salze in den ersten 5 Monaten,
Verminderung der Salze progressiv in den folgenden Monaten.

Einflüss des Stillens und der Entwöhnung.

L'Héritier hat zwei Analysen von Frauenmilch angestellt, die eine während der Zeit des Stillens, die andere 40 Stunden nach der Entwöhnung entzogen.

Das Resultat dieser Analysen war eine beträchtliche Abnahme des Caseïns, des Zuckers und der festen Stoffe überhaupt nach der Entwöhnung, wie nachstehende Tabelle anschaulich macht:

Bestandtheile in 1000 Theilen	Während des Stillens secernirte Milch	40 Stunden nach der Entwöhnung secernirte Milch
Wasser	858,0	901,1
Feste Stoffe	142,0	98,9
Caseïn	13,0	1,9
Butter	36,5	34,0
Milchzucker	78,0	58,5
Salze	4,5	4,5

Bei altmilchenen Kühen fand Otto den Gehalt der Milch an festen Bestandtheilen ziemlich gleich demjenigen, der bei neumilchenen Kühen beobachtet wurde; da nun die Milch von jenen ein geringeres specifisches Gewicht zeigte, so musste sie reicher an Butter sein.

Einfluss der Tageszeiten.

Einfluss der Tageszeiten. Ueber den Einfluss der Tages- und Jahreszeiten auf die quantitative Zusammensetzung der Milch liegen nur Versuche an Thieren, namentlich an Kühen und Ziegen, vor. Die genauesten derselben rühren von Bödeker u. Struckmann und Wicke her. Sie ergaben das übereinstimmende Resultat, dass der Buttergehalt der Abendmilch bis zum Doppelten grösser ist, wie derjenige der Morgenmilch; die Thatsache ist von so grosser physiologischer und diätetischer Bedeutung, dass eine tabellarische Mittheilung der erhaltenen Zahlenresultate gerechtfertigt erscheinen mag.

Kuhmilch.

Bestandtheile für 1000 Theile	Erste Versuchsreihe		Zweite Versuchsreihe		
	Morgenmilch Specif. Gew. 1,039. Mittel aus 2 Vers.	Mittagsmilch Specif. Gew. 1,038. Mittel aus 2 Vers.	Morgenmilch Specif. Gew. 1,038. Mittel aus 2 Vers.	Mittagsmilch Specif. Gew. 1,040. Mittel aus 2 Vers.	Abendmilch Spec. Gew. 1,036. Mittel aus 2 Vers.
Wasser . . .	897,5	882,2	899,7	892,0	866,0
Feste Stoffe .	102,5	117,8	100,3	108,0	134,0
Caseïn . . .	25,3	23,0	22,4	23,6	27,2
Albumin . .	4,4	6,2	4,4	3,2	3,1
Butter . . .	24,3	36,4	21,7	26,3	54,2
Milchzucker .	41,7	44,1	43,0	47,2	41,9
Salze . . .	7,5	8,1	8,3	6,9	7,8

Der Gehalt an Albuminaten scheint diesen Versuchen zufolge in den verschiedenen Tageszeiten keinen wesentlichen Schwankungen zu unterliegen; der Gehalt an Milchzucker culminirt Mittags und sinkt gegen die Nacht zu.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich zugleich, dass das specifische Gewicht der Milch nicht zur Beurtheilung ihres Werthes dienen kann. Die diätetische Bedeutung dieser Thatsachen fällt in die Augen, wenn man bedenkt, dass 1 Pfund = 16 Unzen Morgenmilch der Kuh 0,7 Loth Butter, 1 Pfund Abendmilch desselben Thieres aber 1,7 Loth Butter repräsentirt.

Für die Ziegenmilch wurden von mir und von Wicke dieselben Verhältnisse constatirt. Ich fand für die um 9 Uhr Morgens und um 6 Uhr Abends gemolkene Milch einer mit Gras und Heu gefütterten Ziege folgende Zahlen, die einen um das Doppelte höheren Buttergehalt der Abendmilch ergeben, bei ziemlich gleichen Ziffern der übrigen Bestandtheile.

Ziegenmilch.

Bestandtheile für 1000 Theile	Morgenmilch Specif. Gew. 1,028,9	Abendmilch Specif. Gew. 1,028,2
Wasser	872,40	822,55
Feste Stoffe	127,60	177,45
Caseïn	46,15	43,10
Butter	37,64	93,83
Milchzucker	43,81	40,52
Salze	8,92	8,24

Auch hier zeigt sich klar, dass das specifische Gewicht keinen Maassstab giebt für die Zusammensetzung der Milch.

Wicke fand bei seinen ausgedehnten Untersuchungen über den Einfluss der Tageszeit auf die Zusammensetzung der Ziegenmilch:

Morgenmilch . . 46,07 pr. Mille Butter (Mittel aus 7 Versuchen)
Mittagsmilch . . 49,46 „ „ „ „ „ 8 „
Abendmilch . . . 52,24 „ „ „ „ „ 8 „

Bei Frauen soll die Milch um so wasserreicher sein, je mehr Stunden seit dem letzten Säugen verflossen sind (Reiset).

Im Sommer liefern die Kühe mehr und butterreichere Milch wie in den Wintermonaten.

Einfluss der Milchentleerung. Wird die gefüllte Mutterbrust in einer Sitzung entleert, so ist die in den verschiedenen Zeiträumen entleerte Milch ungleich reich an Caseïn, ohne dass eine bestimmte Regelmässigkeit dabei obwaltete. Auch will man die Beobachtung gemacht haben, dass die Milch caseïnreicher ist, wenn die Brustdrüse rasch hintereinander entleert wird, als wenn sie lange Zeit in der Brustdrüse verweilte (Péligot, L'Héritier). Einfluss der Milchentleerung.

Von der Milch, die bei einer ununterbrochenen Entleerung aus der Brustdrüse oder dem Euter fliesst, sind die zuletzt aufgefangenen Antheile constant die butterreichsten. War bei Thieren das Euter mindestens 4 Stunden lang nicht entleert worden, und wurde dann der ausgestrichene Inhalt desselben absatzweise aufgefangen, so ist der zuletzt abgezogene Theil bis zum Zehnfachen reicher an Butter, wie der zuerst gewonnene. Diess ist für Thiere durch zahlreiche Versuche, namentlich an Kühen, auf das Bestimmteste constatirt. Die einfachste Erklärung für diese Erscheinung, die auch gegenwärtig so ziemlich allgemein angenommen wird, ist, dass sich innerhalb des Euters bei Ansammlung der Milch in selbem Rahmbildung einstellt, daher die Butter an die Oberfläche der Flüssigkeit steigt, und nun natürlich mit den letzten gemolkenen Antheilen ausfliesst. Beim Menschen scheinen sich nicht immer (Vernois und Becquerel), aber häufig ähnliche, jedoch geringere Unterschiede zu finden (Reiset, Heynsius). Für die Frauenmilch passt aber obige Erklärung nicht. Heynsius sucht hier den Grund der Erscheinung darin, dass die Bildung des Fettes in den Zellen der feineren Milchgänge erfolge. In den grösseren Gängen wird sich eine Milch von homogener Zusammensetzung ansammeln; ist aber diese ausgesogen, und das Saugen dauert fort, so wird aus den feineren Gängen eine nun fettreichere Milch entfernt. Möglicherweise könnte auch die Adhäsion der Milchkügelchen an der Wand der Gänge dabei von Einfluss sein. Saugt das Kind die volle Brust völlig aus, so wird man grosse Differenzen finden, dagegen gar keine, wenn das Kind die volle Brust nur zum Theil aussaugt, so dass sich hierdurch die Inconstanz des Befundes bei Frauenmilch erklären würde (Heynsius).

In Bezug auf die übrigen Milchbestandtheile stellen sich constante Mengenverschiedenheiten nicht heraus.

Einfluss der Absonderungsgrösse.

Einfluss der Absonderungsgrösse. Nach den Beobachtungen von Vernois und Becquerel scheint auch die Menge der secernirten Milch einen bestimmten Einfluss auf ihre quantitative Zusammensetzung zu äussern.

In der Frauenmilch soll das Caseïn mit der Menge der Milch zunehmen, ebenso auch er Milchzucker, während die Butter in sparsam secernirter Milch in reichlicherer Menge enthalten ist, wie bei gesteigerter Secretion.

Bei Kühen wollen bezüglich des Caseïns Becquerel und Vernois das umgekehrte Verhältniss beobachtet haben, mehr Caseïn nämlich in sparsam abgesonderter Milch, wie in reichlich secernirter.

Einfluss des Geschlechtslebens.

Einfluss des Geschlechtslebens. Von der Regel, dass während der Zeit des Stillens die Menstruation ausbleibt, giebt es Ausnahmen, nämlich bei Erstgebährenden und das erste Mal Stillenden. Ueber den Einfluss der Menstruation auf die quantitative Zusammensetzung der Milch bei stillenden Frauen liegen ebenfalls Beobachtungen von Becquerel und Vernois vor; obgleich die aus den angestellten Analysen gezogenen Mittelzahlen dafür sprechen, dass während der Menstruation eine Zunahme des Caseïn- und Buttergehaltes stattfinde, so sind doch für den Buttergehalt die Einzelanalysen viel zu sehr von einander abweichend, als dass der Mittelzahl grosse Bedeutung eingeräumt werden könnte. Die Einzelanalysen ergaben nämlich bald beträchtliche Vermehrung, bald beträchtliche Verminderung des Buttergehaltes. Wir stellen die berechneten Mittel mit demjenigen der Frauenmilch unter gewöhnlichen Bedingungen tabellarisch zusammen:

Bestandtheile für 1000 Theile	Stillende Frauen ausser der Zeit der Menstruation 10 Fälle	Stillende Frauen während der Zeit der Menstruation 3 Fälle	Normale Frauenmilch nicht menstruirter Frauen 89 Fälle
Wasser	889,51	881,44	889,08
Feste Stoffe	110,49	118,56	110,92
Caseïn	38,67	47,49	39,24
Butter	26,54	29,15	26,66
Milchzucker . . .	43,88	40,49	43,64
Salze	1,38	1,45	1,38

Auch nach Roger wird übrigens die Milch während der Menstruation reicher an festen Stoffen.

Nach Becquerel und Vernois soll die Milch Erstgebährender

wasserhaltiger sein, wie die Mehrgebährender. Im ersten Falle sollen Caseïn, Butter und Zucker gleichmässig vermindert sein.

In einem Falle während des Stillens eingetretener Schwangerschaft fanden Vernois und Becquerel im Beginne derselben die Zusammensetzung der Frauenmilch unverändert, gegen das Ende derselben aber die festen Stoffe und namentlich die Butter vermehrt. In Betreff des Einflusses der Trächtigkeit auf die Zusammensetzung der Kuhmilch ergaben die Untersuchungen von Vernois und Becquerel die in folgender Tabelle zusammengestellten Verschiedenheiten:

Monate der Trächtigkeit

Bestandtheile für 1000 Theile	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Wasser	867,1	826,8	860,5	869,6	858,0	877,3	752,7
Feste Stoffe . . .	132,9	173,2	139,5	130,4	142,0	122,7	247,3
Caseïn	48,0	58,1	51,4	51,7	54,9	50,0	115,0
Butter	42,5	70,6	47,5	37,4	43,3	35,3	44,1
Milchzucker . . .	35,7	38,7	34,0	34,5	36,8	32,0	76,7
Salze	6,6	5,7	6,5	7,0	7,1	5,4	11,6

Einfluss der Nahrung. Es kann von vornherein nicht bezweifelt werden, dass die Qualität und Quantität der Nahrung auf die Beschaffenheit der Milch einen mehr oder weniger tiefgreifenden Einfluss ausüben wird, und in der That sprechen auch dafür zahlreiche allgemeine ökonomische und ärztliche Erfahrungen. Exacte chemische Untersuchungen zur Eruirung des Wirkungswerthes dieses Einflusses auf das Mengenverhältniss der einzelnen Milchbestandtheile mangeln aber noch sehr. Auch beziehen sich die Untersuchungen, wo selbe angestellt wurden, vorzugsweise auf die Milch von Thieren, und halten vorzugsweise den Milchertrag bei verschiedenem Futter im Auge.

Einfluss der Nahrung.

Die wenigen Beobachtungen über Frauenmilch sind vorzugsweise von Vernois und Becquerel angestellt. Nach den Ergebnissen derselben scheint die Art der Nahrung einen nur untergeordneten Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch auszuüben, wohl aber ist das Maass derselben von Bedeutung.

Reichliche Nahrung veranlasst eine Vermehrung des Caseïns und der Butter der Frauenmilch. Da nun mit der reichlichen Kost sich auch die täglich secernirte Milchmenge steigert, so muss auch die tägliche Caseïn- und Buttermenge damit wachsen. Bei mittlerer Kost sollen die

festen Stoffe der Milch überhaupt, und namentlich Caseïn und Butter abnehmen, während die genannten Beobachter nach länger fortgesetztem Hungern die Frauenmilch ärmer an Wasser und reicher an Caseïn und Butter werden sahen. Zucker und Salze dagegen hatten abgenommen; kärgliche Nahrung macht die Milch ärmer an festen Stoffen.

Bezüglich der Milch von Kühen fanden Vernois und Becquerel, dass die Kühe, welche am meisten Nahrung erhalten, auch den reichsten Milchertrag geben.

Betrachtet man das Ergebniss der an Thieren angestellten Untersuchungen über den Einfluss der Art der Nahrung, so ist dasselbe ein wenig befriedigendes. Die Angaben widersprechen sich nicht selten geradezu. Als ziemlich sicher constatirt ist es zu betrachten, dass bei Hündinnen eine Vermehrung des Caseïns bei Fleischnahrung, und eine Verminderung desselben bei rein vegetabilischer Nahrung eintritt. Eine Vermehrung der Butter tritt bei Hündinnen nach vegetabilischer Nahrung ein, und ebenso eine Vermehrung des Milchzuckers, der bei Fleischnahrung zwar nicht, wie man annahm, gänzlich verschwindet (Dumas), wohl aber auf ein Minimum herabsinkt (Bensch).

So zahlreich die Untersuchungen über die Zusammensetzung der Kuhmilch bei verschiedenem Futter sind, so wenig beweisen sie. Im Allgemeinen beweisen sie, dass der Einfluss der Art des Futters, so lange die Thiere nur keinen Mangel leiden, keineswegs so gross ist, als man erwarten sollte. Diess geht namentlich aus den Untersuchungen von Boussingault hervor. Thomson dagegen leitet aus seinen ebenfalls umfassenden Beobachtungen über den Ertrag und den Buttergehalt der Milch bei verschiedener Fütterung den Satz ab, dass die Menge der Milch ebensowohl wie ihr Reichthum an Butter mit dem Stickstoffgehalt der Nahrung zunehme. Er hat dieses Ergebniss für eine fünftägige Periode und in Durchschnittszahlen für zwei Kühe durch folgende Tabelle veranschaulicht:

Futterart	N gehalt des Futters in Procenten	Milchertrag in Pfunden	Butter in Pfunden
Gras	2,32	114	3,50
Gerste mit Heu	3,89	107	3,43
Malz mit Heu	3,34	102	3,20
Gerste, Syrup und Heu	3,82	106	3,44
Gerste, Leinsamen und Heu	4,14	108	3,48
Bohnen und Heu	5,27	108	3,72

Von der Regel, welche in diesen Zahlen ausgesprochen ist, macht, wie man sieht, die Fütterung mit Gras eine Ausnahme. Es ist aber bei den praktischen Landwirthen längst bekannt, dass grünes Futter den reichlichsten Milchertrag liefert.

Den Gehalt der Milch an festen Stoffen überhaupt für eine andere fünftägige Periode ergiebt nachstehende Tabelle.

Futterart	Feste Stoffe überhaupt in Pfunden	Butter für sich in Pfunden
Gras	29,64	5,96
Gerste, ungeschroten . . .	25,57	5,56
Malz, ungeschroten . . .	24,82	6,56
Geschrotene Gerste	28,12	6,87
Geschrotenes Malz	26,61	6,43
Gerste mit Melasse	25,69	7,00
Gerste mit Leinsamen . .	27,48	7,00
Bohnen	27,00	7,50

Aus Thomson's Beobachtungen lässt sich ausserdem noch entnehmen, dass der Milchertrag einer Kuh bei gleichförmiger Diät. z. B. blosser Gerstenfütterung, nach einiger Zeit abnimmt, und mit dem Wechsel derselben wieder steigt.

Ein wesentlich anderes Ergebniss hatten die von Playfair allerdings für sehr kurze Perioden angestellten Versuche, deren Resultate sich in nachstehender Weise tabellarisch zusammenfassen lassen:

Fütterung	Aufenthalt im	Tag	Casein in Procenten	Butter in Procenten	Milchzucker in Procenten	Salze in Procenten	Wasser in Procenten	Milchmenge in Pfunden
Morgens: Nachgras	Freien	erster	5,4	3,7	3,8	0,6	86,5	7,31
Abends: Nachgras	„	„	3,9	5,6	3,0	0,5	87,0	10,94
„ Nachgras	Stalle	zweiter	4,9	5,1	3,8	0,5	85,7	8,51
„ Heu, Hafer, Bohnen	„	dritter	5,4	3,9	4,8	0,5	85,4	10,54
Morgens: Heu, Hafer, Bohnen	„	„	3,9	4,6	4,5	0,7	86,3	11,61
Abends: Kartoffeln	„	vierter	3,9	6,7	4,6	0,6	84,2	12,90
Morgens: Kartoffeln . . .	„	„	2,7	4,9	5,0	0,5	86,9	10,32
Abends: Heu, Kartoffeln . .	„	fünfter	3,9	4,6	3,9	0,5	87,1	13,18
Morgens: Heu, Kartoffeln .	„	„	3,5	4,9	3,8	0,5	87,3	12,20

Aus diesen Versuchen zieht Playfair den Schluss, dass stickstoffarmes Futter viel und butterreiche Milch giebt, und dass Ruhe (Stallfütterung) ebenso wirkt, während Bewegung im Freien auf armer Weide käsestoffreichere Milch liefert.

Auch Knobloch kam übrigens durch seine Versuche zu dem Resultate, dass die Milch der Kühe bei Winterfutter ärmer ist an Caseïn, als bei Sommerfutter.

In den Versuchen, die Péligot bei einer Eselin mit verschiedenem Futter anstellte, blieb die Menge der Butter und des Milchzuckers (der mit Salzen und Extractivstoffen collectiv bestimmt wurde), ziemlich gleich; am meisten Caseïn enthielt die Milch bei Fütterung mit Runkelrüben, weniger bei der Fütterung mit Mohrrüben ohne Blätter, noch weniger bei der Fütterung mit Hafer und Luzerne, und am wenigsten bei der Fütterung mit Kartoffeln.

Bestandtheile in 1000 Theilen	Runkelrüben	Mohrrüben ohne Blätter	Hafer und Luzerne	Kartoffeln
Wasser	896,7	911,1	906,3	907,1
Feste Stoffe	102,3	88,9	93,7	92,9
Caseïn	23,3	16,2	15,5	12,0
Butter	13,9	12,5	14,0	13,9
Milchzucker Salze	65,1	60,2	64,2	67,0

Viele Kräuter theilen ihren Geruch und Geschmack der Milch von Thieren mit. Wenn die Kühe Laucharten oder gewisse Doldenpflanzen gefressen haben, so hat die Milch auch den Geruch und Geschmack jener Pflanzen.

Einfluss von Gemüthsaffecten.

Ueber den Einfluss, welchen Gemüthsaffecte auf die Zusammensetzung der Milch ausüben, bestehen zahlreiche Erfahrungen der Aerzte, welche es ganz unzweifelhaft erscheinen lassen, dass durch heftige Gemüthsaffecte die Milch bedeutende Veränderungen erfahren könne, so zwar, dass sie auf die Gesundheit des Säuglings nachtheilig, ja sogar tödtlich wirken kann. Welcher Art aber diese Veränderungen sind, ist nicht ermittelt, und es hat die Chemie, wenigstens bis jetzt, nichts beigetragen, um das hier herrschende Dunkel aufzuhellen. Die für einen Einfluss sprechenden ärztlichen Erfahrungen sind in den Handbüchern der Pathologie und Gynäcologie niedergelegt.

Zusammensetzungsverschiedenheiten der Milch unter pathologischen Verhältnissen.

Ueber die Veränderungen, welche die Zusammensetzung der Milch im Gefolge von Krankheiten erleidet, weiss man noch sehr wenig. Nicht nur allein sind die vorliegenden Untersuchungen noch viel zu spärlich, um zu allgemeinen Schlüssen zu berechtigen, sondern es ist überhaupt sehr fraglich, ob bei der Menge von Momenten, von denen die Zusammensetzung der Milch innerhalb der physiologischen Breitegrade abhängig ist, auch viel zahlreichere Untersuchungen wie die vorliegenden zu erheblichen Resultaten führen würden, da das Postulat, bei derartigen Untersuchungen alle physiologischen Einflüsse zu eliminiren, kaum durchgreifend zu erfüllen sein dürfte.

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung der Milch unter pathologischen Verhältnissen.

Die auf die Frauenmilch bezüglichen Beobachtungen von Becquerel und Vernois ergaben für die verschiedenen Krankheiten wenig constante Zahlen, wie nachstehende Tabellen zeigen. Um die erhaltenen Resultate leichter vergleichen zu können, haben wir die aus den Analysen von Becquerel und Vernois für die normale Frauenmilch berechneten Mittelzahlen beigesetzt.

Die Tabelle I. enthält die Resultate der Analyse der Milch von Frauen, welche an verschiedenen acuten Leiden erkrankt waren.

Die Tabelle II. Milchanalysen von Frauen mit chronischen Leiden.

Eine dritte Tabelle III. endlich Analysen der Milch syphilitischer Frauen.

Die daraus zu ziehenden Schlüsse sind von geringer Bedeutung und in Nachstehendem erörtert.

Frauenmilch bei acuten Krankheiten.

Tabelle I. Frauenmilch bei Krankheiten: A. Acute Krankheiten.

Bestandtheile für 1000 Theile	Enteritis	Pleuritis	Colitis	Fieber und Gemüthsbewegung (?)	Fieber	Metro-vaginitis	Metro-peritonitis	Typhus	Mittel aus 19 Beobachtungen	Normale Frauenmilch nach B. u. V. Mittel aus 89 Beobachtungen
Wasser	883,22	888,95	869,54	908,93	880,32	884,71	885,09	924,34	894,45	889,08
Feste Stoffe	116,78	111,05	130,46	91,07	119,68	115,29	114,91	75,66	105,55	110,92
Caseïn	50,30	49,55	42,86	50,00	47,70	56,71	48,33	32,91	50,04	39,24
Butter	31,53	27,77	54,12	5,14	32,89	17,12	35,03	9,09	29,86	26,66
Milchzucker	33,21	32,94	32,08	34,92	32,14	40,60	30,07	31,46	33,10	43,64
Salze	1,74	0,79	1,40	1,01	6,95	1,47	1,48	2,20	1,73	1,38

Würde man sich durch obige Mittelzahlen leiten lassen, so würde sich als allgemeines Ergebniss herausstellen, dass bei acuten Krankheiten das Caseïn durchschnittlich vermehrt, der Milchzucker dagegen durchschnittlich vermindert wäre. Allein ganz abgesehen davon, dass die Krankheitsbezeichnungen theilweise sehr vag und unbestimmt sind, fehlt ja auch jede Garantie für die Richtigkeit der Diagnose und jede nähere Angabe über die Krankheitsstadien, so dass kein rationeller Arzt aus obigen Zahlen bindende Schlüsse ziehen wird, um so weniger, als unter der Bezeichnung: acute Krankheiten die physio-pathologisch verschiedensten Zustände zusammengeworfen werden. Jedenfalls aber bleibt die constante Verminderung des Milchzuckers und die mit Ausnahme des Typhus ebenfalls constante Vermehrung des Caseins beachtenswerth, während die beträchtlichen Schwankungen im Buttergehalt zum Theil in den bereits oben mitgetheilten Erörterungen ihre Erklärung finden.

Frauenmilch bei chronischen Krankheiten.

Tabelle II. Frauenmilch bei Krankheiten: B. Chronische Krankheiten.

Bestandtheile für 1000 Theile	Syphilis	Ophtalmie	Pleuritis	Enteritis	Siebentägige Hungercur	Bronchitis	Metrovaginitis	Tuberculose mit Blutspeien	Tuberculose Pulmonum ohne Durchfall	Tuberculose Pulmonum mit Durchfall	Brustabscess	Mittel aus 27 Beobachtungen	Normale Frauenmilch nach B. u. V. Mittel aus 89 Beobachtungen
Wasser . . .	902,38	882,14	892,84	861,14	885,17	887,78	878,35	892,53	876,59	903,16	887,08	885,50	889,08
Feste Stoffe .	97,62	117,86	107,16	138,86	114,83	112,22	121,65	107,47	123,41	96,84	112,92	114,50	110,92
Caseïn . . .	35,26	37,05	36,46	39,19	46,13	39,89	25,21	38,46	37,46	39,14	35,89	37,06	39,24
Butter . . .	15,87	32,82	24,25	48,53	37,28	23,83	51,98	24,39	41,82	12,76	34,23	32,57	26,66
Milchzucker .	44,21	46,29	45,26	50,25	30,38	47,05	42,25	42,93	42,14	43,45	41,72	43,37	43,64
Salze . . .	2,28	1,70	1,19	0,89	1,04	1,46	2,21	1,69	1,99	1,49	1,08	1,50	1,38

Es erscheint geradezu unthunlich, aus den vorstehenden Zahlen irgend welche allgemeine Schlüsse abzuleiten. Die Differenzen sind durchschnittlich viel geringer, wie bei den acuten Krankheiten. Die grössten Schwankungen zeigt auch in dieser Tabelle wieder der Buttergehalt.

Becquerel und Vernois haben endlich auch die Milch von syphilitischen Ammen vor der Behandlung mit Quecksilber, während derselben, nach der Heilung, und nach der Heilung durch Sublimatbäder untersucht. Die Resultate ihrer Analysen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle III. C. Frauenmilch bei Syphilis.

Bestandtheile für 1000 Theile	Vor der Behandlung mit Quecksilber	Während der Behandlung	Nach der Heilung	Nach der Heilung durch Sublimatbäder
Wasser	897,75	880,78	906,35	901,59
Feste Stoffe	102,25	119,22	93,65	98,41
Caseïn	26,53	36,65	36,69	37,59
Butter	18,79	29,80	10,85	19,88
Milchzucker	54,73	50,57	43,91	38,74
Salze	2,20	2,20	2,20	2,20

Ueber einen Fall von Frauenmilch, in welcher das Caseïn gänzlich fehlte, dagegen eine reichliche Menge gewöhnliches Albumin enthalten war, haben Filhol und Joly Beobachtungen gemacht. Die Milch stammte von einer 28jährigen Frau, bei der sich, obwohl sie nicht stillte, 10 Monate nach ihrer dritten Entbindung reichliche Milchsecretion eingestellt hatte. Die Milch schmeckte salzig, reagirte alkalisch, war etwas fadenziehend, besass ein specifisches Gewicht von 1,029, und ergab bei der mikroskopischen Untersuchung neben den gewöhnlichen Milchkügelchen einige Colostrumkörperchen. Sie wurde weder durch Lab, noch durch Essigsäure coagulirt, gerann aber beim Erhitzen auf 75 bis 80° C. wie Hühnereiweiss. Die Analysen mit verschiedenen Proben angestellt, ergaben folgende Zahlen.

Bestandtheile für 1000 Theile	I. Probe	II. Probe	III. Probe
Wasser	785,0	817,0	803,7
Feste Stoffe	215,0	183,0	196,3
Albumin	129,6	90,0	66,5
Butter	50,0	61,5	78,0
Milchzucker	21,9	12,7	35,0
Salze und Extractivstoffe	13,5	18,8	16,8

Diese Milch war demnach viel reicher an festen Bestandtheilen wie normale Milch, enthielt beträchtlich mehr Salze (die vierfache Menge der mittleren normalen), weniger Zucker, und statt Caseïn sehr viel Albumin.

Noch interessanter erscheint die von Filhol und Joly ermittelte Thatsache, dass die Zusammensetzung der Asche dieser Milch von der

gewöhnlichen complet abwich, indem darin die Natriumverbindungen über die Kaliumverbindungen bedeutend überwogen. Filhol und Joly fanden nämlich in 100 Thln. obiger Milch:

Chlornatrium	73,10
Chlorkalium	Spur
Phosphorsauren Kalk	24,40
Phosphorsaures Natron	1,89
Phosphorsaure Magnesia, Phosphorsaures Eisenoxyd	0,61

Eine enorme Vermehrung der Butter in der Frauenmilch beobachtete Schlossberger. Dieselbe stammte aus einer ungeheuer vergrösserten Brust einer kräftigen 26jährigen Frau. Die aus der 14 Pfund schweren und späer amputirten Brustdrüse gewonnene Milch war rahmähnlich, leichter wie Wasser (specif. Gewicht 0,98 bis 0,99), und zeigte unter dem Mikroskop nichts von normaler Milch Abweichendes. Auch ihr chemisches Verhalten war das gewöhnlicher Milch.

1000 Theile dieser Milch enthielten:

Wasser	675,2
Feste Stoffe	324,8
Caseïn	27,4
Butter	285,4
Milchzucker	7,5
Salze	4,1

Milch kranker Thiere.

Die Angaben über die Veränderungen, welche die Kuhmilch im Gefolge von Krankheiten der Thiere erleidet, sind wo möglich noch schwankender, wie jene über die Frauenmilch. Die betreffenden Beobachtungen finden sich in den grösseren Sammelwerken über Veterinärmedicin und in Lehmann's Zoochemie, Heidelberg 1858, auf welches Werk wir hiermit besonders verweisen. Bei Hündinnen beobachteten Filhol und Joly, und zwar bei jungfräulichen die Secretion einer Milch, deren Zusammensetzung mit derjenigen übereinstimmend war, welche sie bei obiger Frauenmilch beobachteten.

Abnorme Veränderungen der Milch und abnorme Milchsecretion.

Abnorme Milch und Milchsecretion.

Zuweilen finden sich in der Milch der Kühe, auch wohl in der von Frauen, eigenthümliche Färbungen. Die am häufigsten vorkommende derartige Erscheinung ist die sogenannte blaue Milch. Diese Färbungen rühren von beim Stehen der Milch an der Luft sich entwickelnden Infusorien oder niederen pflanzlichen Organismen her. Fuchs leitet die blaue Färbung der Milch von einem Infusorium ab, welches er Vibrio cyanogeneus nennt, Bailleul dagegen von einem Byssus. Lehmann schliesst sich nach seinen Erfahrungen der Meinung von Fuchs an.

Uebergang von Arzneistoffen in die Milch.

Auch durch Arzneistoffe, von welchen einige, wie bereits oben erwähnt wurde, in die Milch übergehen, erleidet die Milch Veränderungen ihrer Eigenschaften als Nahrungsmittel, ob auch ihrer quantitativen Zusammensetzung, ist nicht bekannt. Die ärztliche Erfahrung lehrt, dass Arzneimittel, welche der Mutter gereicht werden, durch die Milch ihre Wirkung auch auf den Säugling erstrecken. So ist ein Fall bekannt geworden, wo der Gebrauch von 20 Tropfen Opiumtinctur seitens der Mutter, auf das Kind, welches nachher gesäugt hatte, die Wirkung hatte, dass es unmittelbar nach dem Trinken in einen 43 Stunden lang dauernden Schlaf verfiel.

Dass namentlich auch Jod sehr leicht in die Milch übergeht, haben wir bereits weiter oben erwähnt. In Südamerika hat man den jedenfalls interessanten Versuch gemacht, Lamas mit jodhaltigen Fucusarten zu füttern, und die von diesen Thieren gelieferte jodhaltige Milch als Arzneimittel für Kranke zu verwenden.

Hexenmilch.

Fast alle Neugeborenen, männliche und weibliche, sondern aus der Brustdrüse einige Tage nach der Geburt einen Saft ab: die sogenannte Hexenmilch. Sie erscheint meist am vierten Tage nach der Geburt, erreicht am achten ihr Maximum, und ist nach Verlauf eines Monats meist verschwunden. Unter dem Mikroskop zeigt sie Milchkügelchen und Colostrumkörperchen. Nach Schlossberger verhält sie sich wie gewässerte Milch.

Bei erwachsenen Männern und männlichen Säugethieren stellt sich in sehr seltenen Fällen ohne nachweisbare Ursache wahre Milchabsonderung ein. Schlossberger analysirte eine derartige Milch eines Bockes. Wir stellen die Resultate seiner Analysen der Hexen- und Bocksmilch tabellarisch zusammen:

Bestandtheile für 1000 Theile	Hexenmilch	Bocksmilch
Wasser	967,5	850,9
Feste Stoffe	32,5	149,1
Caseïn	} 36,5	96,6
Butter		26,5
Milchzucker		} 26,0
Salze	0,5	

Der Buttergehalt der Hexenmilch betrug 8,2 pr. Mill.

Bildung der Milch (Milchbereitung).

Wenn wir die Bestandtheile der Milch mit jenen des Blutes vergleichen, und wenn wir namentlich auch die Zusammensetzung der Aschenbestandtheile beider Flüssigkeiten ins Auge fassen, so ergiebt sich ohne Weiteres, dass von einer Bildung der Milch durch blosse Transsudation keine Rede sein könne. Abgesehen davon, dass das Caseïn im Blute gewöhnlich fehlt, ist der Milchzucker der Milch als solcher ausschliesslich eigenthümlich. Derselbe findet sich nicht nur allein nicht im Blute, sondern ist mit Ausnahme der Milch noch nirgends im Thierorganismus angetroffen. Die Versuche von Cl. Bernard lehren ausserdem, dass wenn grosse Mengen Rohr- oder Krümelzucker in das Blut von weiblichen Kaninchen oder Hunden injicirt werden, in der Milch dieser Thiere sich doch immer nur Milchzucker findet. Was die Fette der Milch anbelangt, so wäre ein directer Uebergang derselben allerdings denkbar, aber er ist wenig wahrscheinlich, da dann eigenthümliche endosmotische Verhältnisse in den Capillaren der Brustdrüsen angenommen werden müssten, denn von dem im Blute constant vorkommenden Cholesterin findet sich in der Milch nichts, auch sind die Fette des Blutes grösstentheils verseift, die der Milch aber bekanntlich nicht. Endlich erscheint das Fett der Milch von Membranen umschlossen in Gestalt der Milchkügelchen, die als solche im Blute nicht enthalten sind, und auch, wenn sie darin enthalten wären, wohl kaum durch die Gefässwände transsudiren könnten. Die Entstehung der Milchkügelchen in der Drüse ist übrigens von den Histologen bereits nachgewiesen. Nach Allem kann es daher als ausgemacht gelten, dass die Milch als solche erst in den Brustdrüsen gebildet wird. Durch welche chemische Vorgänge dieses aber geschieht, und welche Factoren von Seite der Drüse dabei in Wirkung treten, ist noch gänzlich unaufgeklärt. Die auffallende Uebereinstimmung, welche sich in der Zusammensetzung der Milchasche und jener der Blutkörperchen zu erkennen giebt, deutet darauf hin, dass das Material zur Milchbildung, wofern dabei das Blut in Frage kommt, hauptsächlich von den Blutkörperchen geliefert werde, doch sind auch dafür andere Anhaltspunkte nicht gegeben.

Bildung der Milch.

Physiologische Bedeutung der Milch.

Die physiologische Bedeutung der Milch liegt auf der Hand. Die Milch ist die einzige Nahrung des Säuglings, und kann für diesen durch jede andere Art von Nahrung entweder nicht oder nur unvollkommen ersetzt werden. Die Milch von Säugethieren wird übrigens beinahe von allen Völkern als ein Hauptnahrungsmittel benutzt, und spielt auch als Beimischung zu den verschiedensten Speisen der Culturvölker eine grosse Rolle. Ihre physiologische Bedeutung als Nahrungsmittel des Säuglings ist darin begründet, weil sie aus allen Classen der zur Gewebsbildung und zum Ersatze des Verlorenen nöthigen Stoffe: der Albuminate, der Kohle-

Physiologische Bedeutung der Milch.

hydrate, der Fette und der Salze Repräsentanten, und zwar in einem Mischungsverhältnisse enthält, wie es den Ernährungsverhältnissen des Neugeborenen angemessen ist. Dieses Mischungsverhältniss ist keineswegs das, welches sich für den erwachsenen Organismus als das geeignetste erweist, allein es ist dasjenige, welches den Ernährungszwecken des Säuglings am Vollkommensten entspricht. Bemerkenswerth erscheint in diesem Verhältnisse das Ueberwiegen der Fette und der grosse Reichthum an phosphorsauren Erden, von welchen ein Theil in inniger Weise an das Caseïn: das Albuminat der Milch, gebunden ist. Das auf gewöhnliche Weise dargestellte lösliche Caseïn enthält an 10 Proc. phosphorsauren Kalk. Von den anorganischen Salzen der Milch machen die phosphorsauren Erden etwa $^2/_3$ vom Gewichte derselben aus. Dass dieses Verhältniss kein zufälliges ist, leuchtet sofort ein, wenn man berücksichtigt, dass beim Säuglinge das in der Entwickelung am meisten zurückgebliebene Gewebe: das Knochengewebe ist, welches aber sich nach der Geburt sehr rasch fortentwickelt, zu dieser Entwickelung aber bedeutender Mengen phosphorsaurer Erden, und namentlich phosphorsauren Kalks bedarf. Ebenso wenig zufällig ist es, dass sich das Caseïn der Milch mit der fortschreitenden Entwickelung des Säuglings vermehrt, da in dem Maasse, als der junge Organismus an Volumen und an Masse zunimmt, sich auch das Bedürfniss nach Albuminaten in der Nahrung, die zur Entwickelung der Organe verwendet werden, steigert. Auch der höhere Fettgehalt der Milch gegenüber dem durchschnittlichen Fettgehalt des Nahrungsmaasses Erwachsener findet in den Ernährungsverhältnissen des Säuglings seine genügende Erklärung, doch werden wir auf einen anderen möglichen Grund dieses Verhältnisses noch bei anderer Veranlassung zurückkommen.

Man hat auf Grund der Thatsache, dass die Frauenmilch Jahre lang die einzige und durch nichts vollständig zu ersetzende Nahrung des kindlichen Organismus ist, die Milch als ein Normalnahrungsmittel ansehen zu dürfen geglaubt, und das Mischungsverhältniss der Albuminate, Fette, Kohlehydrate und Salze: 10 Thle. Albuminate, 10 Thle. Fett, 20 Thle. Zucker und 0,6 Thle. Salze in der Milch als das dem Organismus überhaupt entsprechende betrachtet. Nach dem Gesagten bedarf es keiner Erläuterung, dass diese Voraussetzung im Allgemeinen unrichtig ist, und in der Nutzanwendung einer bedeutenden Beschränkung bedarf.

In jenen Fällen, wo die Mutterbrust dem Säugling keine oder nur ungenügende Nahrung darbietet, muss zu Surrogaten, zur Milch der Thiere, die Zuflucht genommen werden, und diejenige wird natürlich dem Zwecke am besten entsprechen, welche sich in ihrer Zusammensetzung jener der Frauenmilch am meisten nähert. Als diätetischen Fingerzeig lassen wir das Verhältniss der Bestandtheile in der Frauenmilch und in der Milch einiger Thiere in einer Tabelle zusammengestellt folgen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauen-milch	Kuh-milch	Ziegen-milch	Schaf-milch	Esels-milch	Stuten-milch
Wasser	889,08	857,05	863,58	839,89	910,24	828,37
Feste Stoffe . .	110,92	142,95	136,42	160,11	89,76	171,63
Caseïn	39,24	48,28	33,60	53,42	20,18	16,41
Albumin . . .	—	5,76	12,99			
Butter	26,66	43,05	43,57	58,90	12,56	68,72
Milchzucker . .	43,64	40,37	40,04	40,98	57,02	86,50
Salze	1,38	5,48	6,22	6,81		

Nach dem aufsteigenden Gehalte an den Hauptbestandtheilen kommen die Milchsorten in folgende Reihen:

An Wasser		An Albuminaten	
Stutenmilch	828,37	Stutenmilch	16,41
Schafmilch	839,89	Eselsmilch	20,18
Kuhmilch	857,05	Frauenmilch	39,24
Ziegenmilch	863,58	Ziegenmilch	46,59
Frauenmilch	889,08	Schafmilch	53,42
Eselsmilch	910,24	Kuhmilch	54,04

An Butter		An Milchzucker und Salzen	
Eselsmilch	12,56	Frauenmilch	45,02
Frauenmilch	26,66	Kuhmilch	45,85
Kuhmilch	43,05	Ziegenmilch	46,26
Ziegenmilch	43,57	Schafmilch	47,79
Schafmilch	58,90	Eselsmilch	57,02
Stutenmilch	68,72	Stutenmilch	86,50

In Bezug auf das Verhältniss von Milchzucker und Salzen ist aber zu bemerken, dass bei der Esels- und Stutenmilch Milchzucker und Salze collectiv bestimmt wurden, und dass für sich berechnet der Milchzuckergehalt der Frauenmilch höher ist, wie der der Kuh-, Ziegen- und Schaf-

milch. Im Ganzen aber ergiebt sich das Resultat, dass zwar keine der aufgeführten Milchsorten der Frauenmilch auch nur annähernd gleich zusammengesetzt ist, dass ihr aber die Eselsmilch noch am nächsten kommt. Dass unverdünnte Kuhmilch von Säuglingen in der Regel nicht vertragen wird, findet in den erörterten Verhältnissen seine genügende Erklärung. Indem man die Kuhmilch aber mit Wasser verdünnt, und ihr etwas Milchzucker zusetzt, kann man sie der Frauenmilch im höchsten Grade ähnlich machen. Auch eine Mischung von 1 Thl. Kuhmilch und 2 Thln. Eselsmilch wäre ein passendes Verhältniss.

Für die physiologische Bedeutung der Milch als Nahrungsmittel für Erwachsene ist auch der Käse, als eine Umgestaltung der Milch in eine Form, welche den Transport von dem Productionsort aus nach einem weiteren Kreise des Consums möglich macht, von Wichtigkeit.

Zur gerichtlichen und polizeilichen Chemie der Milch.

Gerichtliche Chemie der Milch.

Zuweilen wird an den Chemiker von Seite des Gerichts die Frage gestellt, ob Flecken auf Hemden oder anderen Wäschestücken von Milch herrühren. Anhaltspunkte für die Beantwortung einer derartigen Frage geben die äusseren Charaktere derartiger Flecken, und ihr chemisches Verhalten. Milchflecken sind gewöhnlich gelblich, fühlen sich etwas steif an, und haben meist umschriebene Ränder. Wenn man einen derartigen Flecken mit etwas (wenig) Wasser aufweicht, und einen Tropfen der Flüssigkeit unter das Mikroskop bringt, so erkennt man gewöhnlich ohne Schwierigkeit die Milchkügelchen. Eine andere Parthie der Flecken extrahirt man mit kaltem Wasser und prüft die filtrirte Lösung auf Caseïn; eine dritte Probe erschöpft man unter Zusatz von etwas Kali mit Aether, und verdunstet die ätherische Lösung, wobei die Fette der Milch als Rückstand bleiben. Einen weiter mit verdünntem Weingeist bereiteten Auszug endlich prüft man mit der Fehling'schen Flüssigkeit auf Zucker. Ein positives Ergebniss aller dieser Versuche ist für die Natur der Flecken vollkommen beweisend.

Es ist ein sehr gewöhnliches Verfahren von Seite der Milchverkäufer, die Gerinnung der Milch künstlich zu verhindern oder zu verzögern. Zu diesem Zwecke wird häufig Natronbicarbonat angewendet. Das Bicarbonat, indem es die gebildete Milchsäure vollständig sättigt, verhindert dadurch die Gerinnung des Caseïns. $^1/_{1000}$ doppeltkohlensaures Natron genügt zu diesem Zwecke. Eine in Paris gewöhnliche Mischung, Conservateur du lait geheissen, besteht aus einer Lösung von 95 Grm. doppeltkohlensaurem Natron in 905 Grm. Wasser. Zur heissen Jahreszeit setzt man 1 Decilitre dieser Lösung zu 20 Litre Milch.

Das einfachste Verfahren, um einen Zusatz von kohlensaurem Natron zur Milch zu entdecken, besteht darin, die fragliche Milch mit dem gleichen Gewicht Alkohol zu versetzen, wodurch das Caseïn gefällt wird.

Man erhält, wenn kohlensaures Natron zugesetzt wurde, ein alkalisch reagirendes Filtrat, welches abgedampft einen mit Säuren brausenden Rückstand hinterlässt.

Es ist beachtenswerth, dass ein geringer Zusatz von kohlensaurem Natron zur Milch ihren Geschmack und ihre sonstigen Eigenschaften nicht wesentlich alterirt, auch ist er keineswegs der Gesundheit der Consumenten nachtheilig.

Auch durch Aufkochen der Milch wird ihr Sauerwerden verzögert. Gekochte Milch giebt sich dem Geübten durch Geruch und Geschmack zu erkennen, aber nach den Angaben Quevenne's auch durch Lab. Gekochte Milch wird durch Lab viel später und unvollständiger coagulirt, wie normale. Jedenfalls ist bei diesem Verfahren mit normaler Milch eine Gegenprobe anzustellen. Wenn nach Verlauf von 10 Stunden die normale Milch coagulirt ist, während die verdächtige noch flüssig erscheint, so spricht diess für die Annahme, dass die Milch gekocht wurde. Doch kann die Coagulation auch in sonst verfälschter oder abnormer Milch verspätet eintreten. Es bietet daher dieses Verfahren keineswegs volle Sicherheit dar.

Zur Conservation der Milch (bei Seereisen u. s. w.) sind verschiedene Methoden vorgeschlagen. Eine der ihrem Zwecke am besten entsprechende ist die von Lignac. Sie besteht darin, zu sehr guter Milch auf je 1 Liter 75 bis 80 Grm. weissen Rohrzucker zu setzen, und hierauf die Milch im Dampfapparate in flachen Gefässen unter beständigem Umrühren auf $^1/_5$ ihres Volumens einzudampfen. Der Rückstand wird in cylindrische Blechbüchsen gebracht, und nach der Appert'schen Methode hermetisch verschlossen. Conservation der Milch.

Eine der gewöhnlichsten Verfälschungen der Milch ist ihre Verdünnung mit Wasser. Andere sind der Zusatz von Zucker, Stärke, Mehl, Dextrin, Reis- und Gerstenschleim, Gummi, Eiweiss und Eigelb, Caramel, Thomaszucker, Leim, Hausenblase, Liquirizzensaft, Cichorien, Blutserum, Mandelmilch, Gehirn. Auf welche Weise alle diese Verfälschungen ausgemittelt werden, diess zu beschreiben gehört in das Gebiet der gerichtlichen Chemie. Wir beschränken uns darauf, in den allgemeinsten Grundzügen anzugeben, wie man eine Verfälschung der Milch mit Wasser zu erkennen sucht, und wie man überhaupt die Milch auf ihre Güte prüft. Verfälschungen derselben.

Eine genaue chemische Analyse der Milch würde allerdings am sichersten zum Ziele führen, allein die Anwendbarkeit dieser Methode für die sanitätspolizeiliche Controle der Milch in grösseren Städten, und gerade hier erscheint eine solche Controle am nöthigsten, scheitert an zwei Umständen: an dem Zeitaufwande, welchen jede derartige Analyse erfordert, und der die nahezu gleichzeitige Prüfung vieler Milchproben unmöglich macht, und daran, dass eine solche Analyse nur von einem gewandten Chemiker ausgeführt werden kann. Milchproben.

Man hat deshalb, um die häufigste aller Milchfälschungen: die Verdünnung theilweise auch wohl schon abgerahmter Milch mit Wasser, rasch und ohne besonderen Aufwand von Geschicklichkeit zu erkennen, verschiedene Methoden ersonnen und in Anwendung gezogen. Diese Methoden beruhen alle auf der Anwendung von Messinstrumenten, durch welche man den Wassergehalt, den Zuckergehalt und den Rahmgehalt der Milch approximativ ermittelt.

Die bekannteren derartigen Instrumente sind folgende:

Das Hydrolactometer von Zenneck. Es hat den Zweck, aus der Dichtigkeit oder der Menge der aus einer gemessenen Quantität Milch gewonnenen Molken auf den Wassergehalt der Milch zu schliessen. Der Apparat besteht aus zwei Messcylindern. In dem einen Cylinder wird die Milch abgemessen, hierauf mit einigen Tropfen verdünnter Salzsäure coagulirt, etwas erwärmt, und in den anderen Cylinder filtrirt. In diesem letzteren zeigt eine Marke die äusserste Grenze der möglichen Molkenquantität, und ein etwaiger Mehrbetrag ist zugesetztes Wasser.

Das Lactoscop von Donné. Dieses Instrument hat den Zweck, den Buttergehalt der Milch auszumitteln. Es besteht aus zwei auf einem feinen Schraubengang ineinander laufenden Cylindern, die an einem Ende durch Glasplatten geschlossen sind, und zwischen diesen letzteren die zu prüfende Milch einschliessen. Das Ganze hat die Form und Einrichtung eines Operngučkers und beruht auf der Messung des Grades der Durchsichtigkeit der Milch. In dünnen Schichten wird die Milch durchscheinend, und zwar um so weniger, je mehr Milchkügelchen sie enthält. Eine auf analytische Bestimmungen sich beziehende Scala zeigt den Buttergehalt in Procenten an. Die Messung der Milch geschieht in der Weise, dass man in einem dunklen Zimmer auf eine Entfernung von drei Fuss eine Kerzenflamme durch die Milchschicht betrachtet, und das Instrument so einstellt, dass die Flamme noch eben sichtbar ist.

Das Saccharimeter oder Polarimeter von Vernois und Becquerel ist ein nach den gegenwärtigen Principien construirter und auf kleinere Dimensionen zurückgeführter mit einem Analyseur versehener Polarisationsapparat. Seine Anwendung stimmt mit jener, die man von ihm zur Bestimmung anderer Zuckerlösungen macht, überein. Man coagulirt eine gemessene oder gewogene Menge Milch, bringt die Molken in die Röhre des Apparates und bestimmt die Ablenkung des polarisirten Lichtes. Nach einer Tabelle findet man den den Graden der Ablenkung entsprechenden Milchzucker- und den diesem entsprechenden Wassergehalt der Milch.

Das Lacto- oder Cremometer von Dinocourt und Quevenne. Das Instrument besteht aus einer 14 Centimeter hohen Eprouvette mit Fuss und Gradeintheilung. In diesem Cylinder lässt man die Milch 24 Stunden stehen, am besten an einem kühlen Orte, und liest dann die Höhe der Rahmschicht am Instrumente ab. Gute Milch soll nicht unter 10 Volumprocente Rahm geben.

Das Lactodensimeter von Quevenne ist ein gewöhnliches Aräometer mit einer empirischen, für den Zweck des Instrumentes construirten Scale. Das Instrument hat ferner eine doppelte Scala für abgerahmte und nicht abgerahmte Milch.

Ein ganz ähnliches Instrument ist das Centesimal-Galactometer von Chevallier. Beide dienen zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der abgerahmten und nicht abgerahmten Milch. Die Anwendung der letztgenannten Instrumente geschieht in Verbindung mit der cremometrischen Methode unter genauer Berücksichtigung der Temperatur.

Man bestimmt nämlich das specifische Gewicht der nicht abgerahmten Milch mittelst eines der zuletzt genannten Instrumente und bei einer bekannten Temperatur, bestimmt in einer zweiten Operation den Rahmgehalt mittelst des Cremometers, und in einer dritten Operation das specifische Gewicht der abgerahmten Milch unter Notirung der Temperatur. Aus diesen combinirten Daten lässt sich nach vorhandenen Tabellen der Wassergehalt der Milch berechnen.

Das specifische Gewicht der Milch an und für sich giebt, wie wir bereits weiter oben erwähnten, durchaus keinen Anhaltspunkt für die Zusammensetzung der Milch.

Nach dem Vorschlage von Poggiale kann man den Zuckergehalt der Milch auch durch eine titrirte (Fehling'sche oder Barreswil'sche) Kupferlösung bestimmen, wobei man genau so verfährt, wie bei der Bestimmung des Zuckers durch die Titrirmethode überhaupt. Man kann zu dieser Bestimmung die Molken oder auch wohl die mit Wasser verdünnte Milch für sich verwenden (Boudet und Boussingault).

Endlich hat man in letzter Zeit zur Bestimmung des Wassergehaltes der Milch die halymetrische Methode vorgeschlagen (Reichelt).

Eine sehr klare und leichtfassliche Beschreibung der Chevallier'schen und Quevenne'schen Methoden zur Prüfung der Kuhmich findet man in dem mit Sachkenntniss und Erfahrung geschriebenen Schriftchen: Chr. Müller: Anleitung zur Prüfung der Kuhmilch, Bern 1857. Vergl. ausserdem: M. A. Chevallier's Dictionnaire des altérations et falsifications des substances alimentaires, Paris 1855 (2. edition).

Literatur zur Chemie der Milch: Handwörterb. der Physiol. Artikel Milch (Scherer). — Ludwig: Lehrb. der Physiologie 2te Aufl. 2ter Band. S. 449. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. Giessen 1859. — F. C. Knapp: Die Nahrungsmittel. Braunschweig 1848. — Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858. S. 252. — Becquerel u. Vernois: Compt. rend. T. XXXVI. p. 188. Annal. d'Hygiène publ. Avril 1857. L'Union 1857. 26. — Heynsius: Bijdrage tot de kennis van de melkafscheiding. Nederl. Lancet V. 603. — Joly et Filhol: Recherches sur le lait. Mém. de l'acad. r. de Belg. Bruxelles 1856. Compt. rend. 1858. T. II. p. 1013. — F. Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. XVII. S. 417.

V. Chemie des thierischen Samens.

Die chemische Natur des thierischen Samens ist noch unvollkommen studirt, und die darüber angestellten Untersuchungen haben im Ganzen wenig Aufschluss darüber gebracht. Der Samen kann als ein reines Secret, so wie er erhalten wird, nicht betrachtet werden, da ihm immer das Secret der Prostatadrüse beigemischt ist.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der thierische Samen stellt eine schleimige, klebrige, weissliche Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruch dar, welche alsbald nach der Ejaculation gallertig, bald darauf aber dünnflüssig wird. Die Reaction desselben ist neutral oder schwach alkalisch.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Die anatomische Analyse zerlegt den Samen in einen flüssigen und einen aufgeschwemmten Theil. Letzterer, die Formelemente des Samens, besteht:

a) aus den Spermatozoiden oder Samenfäden: sich lebhaft bewegende fadenförmige Gebilde, deren eines Ende, der sogenannte Kopf, kolbenförmig verdickt ist. Der längste Durchmesser des Kopfes beträgt durchschnittlich 0,002‴, der Querdurchmesser 0,0012‴. Die Länge des Schwanzes, welcher nach hinten immer dünner wird und in eine kaum sichtbare Spitze ausläuft, wechselt zwischen 0,008 bis 0,012‴. Die Länge der ganzen Samenfäden beträgt daher etwa 0,012 bis 0,014‴;

b) aus den Samenkörnchen oder Samenzellen: Rundlichen, blassen, fein granulirten Zellengebilden, welche in ihrem mikroskopischen Verhalten eine grosse Aehnlichkeit mit den farblosen Blutkörperchen zeigen. Vor den Pubertätsjahren enthält der Same nur Samenkörnchen, und dasselbe ist zuweilen im hohen Alter und bei chronischen Krankheiten der Fall;

c) aus mehr zufälligen Formelementen: Epithelien der Schleimhaut, Prostata- und Schleimkörperchen. Ueber die histologischen Verhältnisse dieser Elemente sind die Hand- und Lehrbücher der allgemeinen Anatomie und Histologie nachzusehen.

Chemische Bestandtheile des Samens.

Chemische Bestandtheile.

Wasser, — Spermatin, — Fette (phosphorhaltige?), — Myelin (im Samen des Stieres), die anorganischen Salze des Blutes; — vorwiegend phosphorsaure alkalische Erden und Chlornatrium.

Allgemeines chemisches Verhalten des Samens.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Wird Samen mit Wasser vermischt, so setzt er ein schleimiges Sediment ab; wird diese Flüssigkeit gekocht, so wird sie nicht trüber. Versetzt man sie aber mit Alkohol, so findet eine vollständige Gerinnung statt. Wird der Samen eingetrocknet, so löst sich das Spermatin nicht

wieder in Wasser auf. Das in Wasser unlöslich gewordene Spermatin wird durch verdünnte Alkalien aufgelöst, aus dieser Lösung aber durch concentrirte Alkalien wieder präcipitirt. Essigsäure erzeugt in der Lösung einen im Ueberschuss des Fällungsmittels wieder löslichen Niederschlag. Bei der Selbstzerseztung des thierischen Samens bilden sich sehr häufig Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

Chemisches Verhalten der Samenfäden.

Chemisches Verhalten der Samenfäden.

Die Samenfäden der Säugethiere werden weder durch concentrirte Mineralsäuren noch durch Essig vollständig gelöst. Schwefelsäure und Salpetersäure färben sie gelblich. Durch das Millon'sche Reagens scheinen sie roth gefärbt zu werden. Kohlensaures Natron ist ohne Einwirkung darauf, kaustisches Ammoniak löst sie nur zum Theil, dagegen lösen sie sich in Kali- und Natronlauge in der Wärme auf. Beim vorsichtigen Glühen des Samens erhielt Valentin eine Asche, welche noch ganz die Form der Samenfäden besass. Der Fäulniss widerstehen sie sehr lange. Donné beobachtete sie noch nach 3 Wochen im faulen Harn. Auch in Samenflecken lassen sie sich noch nach langer Zeit beim Aufweichen wahrnehmen.

Der Hauptbestandtheil der Samenfäden ist ein unlösliches Albuminoid, ausserdem enthalten sie viel phosphorsaure Salze und etwa 4 Proc. eines weichen butterartigen (phosphorhaltigen?) Fettes.

Frerichs ist der Ansicht, dass die unentwickelten Samenfäden aus einem Albuminat im engeren Sinne bestehen, welches später in eine der Hornsubstanz oder dem Schleimstoff ähnliche Substanz übergeht.

Quantitative Zusammensetzung des Samens.

Quantitative Zusammensetzung.

Bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse über die chemischen Verhältnisse des Samens ist es nicht zu verwundern, dass auch die quantitative Zusammensetzung desselben noch sehr wenig erforscht ist. Wir besitzen weder eine genaue Analyse der organischen Bestandtheile des Samens, also Bestimmungen über das Gewichtsverhältniss des Spermatins, noch exacte Aschenanalysen. Die wenigen Analysen des Samens beziehen sich überdiess auf den Samen verschiedener Thiere. Eine quantitative Analyse des menschlichen Samens wurde nur von Vauquelin angestellt, ist aber gegenwärtig kaum mehr verwerthbar, da die Angabe der analytischen Methode fehlt, und damit auch jeder Maassstab für die Beurtheilung des Werthes der Analyse.

Wir stellen die wenigen vorhandenen quantitativ-analytischen Daten über thierischen Samen tabellarisch zusammen, ohne weitere Bemerkungen daran zu knüpfen.

Tabellarische Zusammenstellung der Samen-Analysen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Menschlicher Samen, Vauquelin	Stiersamen. Kölliker				Pferdesamen. Kölliker
		I.	II.	III.	IV.	
Wasser	900,0	820,94	819,10	827,88	820,60	819,40
Feste Stoffe . .	100,0	179,06	180,90	172,12	179,40	180,60
Spermatin und Extractivstoffe	60,0	152,65	—	147,02	153,0	164,49
Fett	—	—	—	—	21,6	—
Salze	40,0	26,41	—	25,10	26,37	16,11

Auffallend erscheint in allen diesen Analysen der gegen die übrigen thierischen Flüssigkeiten sehr überwiegende hohe Gehalt an anorganischen Salzen. Dass unter diesen wieder die phosphorsauren Erden in den Vordergrund treten, wurde im Allgemeinen schon erwähnt. Von den 40 pr. Mill. anorganischen Salzen, welche Vauquelin bei seiner Analyse des menschlichen Samens fand, waren 30 pr. Mill. aus phosphorsaurem Kalk bestehend.

Ueber die Schwankungen, welchen die Zusammensetzung des Samens unter verschiedenartigen physiologischen Einflüssen unterworfen ist, liegen ebenso wenig Untersuchungen vor wie über die pathologischen Veränderungen, welche derselbe erleiden kann.

Spermaconcrement.

Ein aus petrificirtem Samen bestehendes Concrement wurde von O. Beckmann untersucht. Dasselbe stammte aus dem Ductus ejaculatorius eines alten Mannes. Das Concrement bestand aus phosphorsaurem und kohsensaurem Kalk und Magnesia, die daraus durch Salzsäure ausgezogen wurden, und aus organischer Substanz, die, abgesehen von einigen dünnen Lagen epithelartiger Zellen, nichts enthielt wie deutlich erkennbare Samenfäden, die durch ein in Essigsäure und Salzsäure unlösliches, in Alkalien schwierig lösliches Bindemittel zusammengehalten wurden.

Ueber die chemischen Vorgänge bei der Samenbereitung herrscht noch vollkommenes Dunkel. Die physiologische Bedeutung desselben bedarf keiner Erörterung. Das Wenige, was wir über seine chemischen Eigenschaften wissen, trägt wenig oder nichts zur Aufklärung der Rolle bei, welche er bei der Befruchtung spielt.

Erkennung von Samenflecken.

Erkennung von Samenflecken. Es ist zuweilen bei gerichtlichen Untersuchungen von Wichtigkeit, Aufschluss darüber zu erhalten, ob Flecken auf Wäsche und dergl. von Samen herrühren. Die äusseren Charaktere derartiger Samenflecken geben für die Beurtheilung des Falles zuweilen Anhaltspunkte. Die Flecken sind graulich- bis gelblich-

weiss, zeigen scharfe und dunklere Contouren, und fühlen sich steif an. Allein ein vollkommen sicheres chemisches Verfahren zu ihrer Ausmittelung fehlt. Die einzig sichere und untrügliche Methode ihrer Ausmittelung ist die mikroskopische Untersuchung und Constatirung der Formelemente des Samens, der Samenfäden. Wenn die Flecken nicht gar zu alt sind, wenn nicht versucht wurde sie auszureiben oder auszuwaschen, wenn sie endlich nicht zu spärlich sind, so kann einem mikroskopischen Nachweise der fraglichen Samenfäden ein erhebliches Hinderniss um so weniger im Wege stehen, als die Samenfäden der Fäulniss, wie oben erwähnt wurde, lange Widerstand leisten, und als sie überhaupt auch in Bezug auf ihr chemisches Verhalten eine grosse Beständigkeit zeigen. Bei einer derartigen Untersuchung wird der Flecken mit wenig lauwarmem Wasser ausgezogen, und die natürlich nicht filtrirte Flüssigkeit auf Samenfäden unter dem Mikroskop untersucht. Es ist zweckmässig, wenn man Grund hat anzunehmen, dass die Formelemente des Samens nur spärlich vorhanden sind, den wässerigen Auszug der Flecken in einem spitz zulaufenden Glase (Champagner-Glas) oder noch besser in einem an einem Ende zu einer Capillare ausgezogenen und zugeschmolzenen Glase durch etwa 24 Stunden absetzen zu lassen, und dann den in der Spitze zurückbleibenden Tropfen genau mikroskopisch zu prüfen. Da die Samenfäden vermöge ihres specifischen Gewichts sedimentiren, so werden sie hier am Sichersten und in grösster Menge aufzufinden sein. Nach den Angaben von Orfila zeigen Samenflecken noch nach langer Zeit beim Aufweichen mit lauwarmem Wasser den eigenthümlichen Samengeruch. Er schlägt daher vor, die aus dem Zeuge herausgeschnittenen Flecken in einer kleinen Retorte mit sehr wenig Wasser schwach zu erwärmen. Die in der Vorlage sich ansammelnde Flüssigkeit soll deutlichen Samengeruch zeigen. Nach Reinsch soll man, um den Geruch deutlich hervortreten zu machen, die befleckten Stellen mit etwas Wasser in einem Urglase mehrere Stunden lang digeriren lassen, und sie hierauf in einer Proberöhre zum Kochen erhitzen. Der Geruch trete am stärksten hervor unmittelbar nach dem Aufhören des Kochens. Als weiterhin charakteristisch giebt Reinsch an, dass Samenflecken auch nach dem Digeriren mit destillirtem Wasser beim Trocknen wieder steif werden. Endlich wird als ein gutes Erkennungsmittel der Samenflecken auf Leinwand oder anderem ungefärbten Zeuge angegeben, dass sie 1 bis 2 Minuten lang mässig erhitzt, fahlgelb werden. So schätzbare Anhaltspunkte alle diese Proben in einzelnen Fällen geben, so reichen sie doch allein für sich zur zweifellosen Constatirung des Samens in gerichtlichen Fällen nicht aus, denn Geruchsempfindungen sind subjectiv, und daher zu Täuschungen gar zu leicht Veranlassung gebend.

VI. Chemie des Schleimes.

Begriffsbestimmung.

Unter der Bezeichnung: thierischer Schleim verstehen die Physiologen und Pathologen ihrer Abstammung nach sehr verschiedene Secrete, insofern dieselben den Charakter des Secrets der eigentlichen Schleimhäute mehr oder weniger allgemein zeigen. Die Bildungsstätte des Schleimes sind vorzugsweise bindegewebige auf einer Fläche mit epithelialen Zellen bekleidete Häute. Es gehören hierher die Secrete der eigentlichen Schleimhäute, jene der drüsenlosen Schleimhäute (Kiefer-, Stirnbein-, Trommel- und Keilbeinhöhlen), der Inhalt gewisser seröser Säcke (Synovialsäcke, Hygroma), der Inhalt gewisser Cysten, endlich natürliche Umwandlungsproducte mehrerer sogenannter Colloide.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Dieselben zeigen bei Schleim von verschiedenen Bildungsstätten, und auch bei solchem von dem gleichen Orte aber unter abweichenden Verhältnissen nicht unerhebliche Unterschiede. Der Schleim ist bald glasartig und durchsichtig, bald kaum durchscheinend, bald endlich vollkommen undurchsichtig und weisslich oder gelblich trübe, endlich auch wohl eiterartig gelb. Im Allgemeinen ist der Schleim fadenziehend, doch ist seine Consistenz im Uebrigen sehr verschieden. Der normale Schleim ist geruch- und geschmacklos, seine Reaction ist nicht constant.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Der Schleim ist ein Gemenge verschiedener Stoffe, von denen die einen darin gelöst vorkommen, während die anderen: seine Formelemente, darin nur suspendirt sind; die letzteren sind folgende;

1) Epithelialzellen der Membranen, von denen er secernirt wird, je nach der anatomischen Natur der letzteren dem Pflaster-, Cylinder- oder Flimmerepithelium angehörend. Dieselben sind dem Schleime meist so reichlich beigemengt, dass sie über den wirklich gelösten Antheil das Uebergewicht haben. Von dem Verhältniss der Epithelialzellen im Schleim scheint auch sein grösserer oder geringerer Grad von Undurchsichtigkeit bedingt zu sein.

2) Schleimkörperchen (cytoïde Körperchen, mit den Eiterkörperchen identisch), granulirte Zellen mit 3 bis 5 Kernen, die besonders auf Zusatz von Essigsäure deutlich hervortreten. Die Menge der Schleimkörperchen in verschiedenen Arten von Schleim ist sehr verschieden. Bei jeder Schleimhautreizung vermehren sie sich ausserordentlich; der catarrhalische Schleim zeigt sie in ungeheurer Menge.

3) Einzelne Zellenkerne, Körnchenzellen (sogenannte Entzündungskugeln), Fetttröpfchen und Molekularkörnchen, und zuweilen concentrisch gestreifte den Amylonkörperchen der Kartoffel sehr ähnliche Gebilde (Hassal'sche Körperchen). Pigmentmoleküle beobachtet man im Lungenschleim bei melanotischen Ablagerungen in den Lungen.

Chemische Bestandtheile des Schleimes.

Wasser, — Mucin, — Albumin (nicht constant), — Fette, — Extractivstoffe, — anorganische Salze. Letztere stimmen mit denen des Blutes überein. Viel Chloralkalien, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden und Spuren von Eisenoxyd.

Allgemeines chemisches Verhalten des Schleimes.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Das chemische Verhalten des Schleimes zeigt Abweichungen, die man gegenwärtig so ziemlich allgemein auf den Zustand zurückzuführen sucht, in welchem darin der Schleimstoff enthalten ist. Man nimmt nämlich an, dass derselbe in einigen schleimigen Flüssigkeiten in wirklicher Lösung enthalten sei, während in gewissen Schleimarten, die, wie z. B. der Nasenschleim, sich mit Wasser durchaus nicht mischen und filtriren lassen, der Schleimstoff in einem aufgequollenen Zustande enthalten sein würde, wie das Traganthgummi und der sogenannte Pflanzenschleim. Es ist übrigens unentschieden, ob in den Schleimen mit bloss aufgequollenem Schleimstoff die schleimige Beschaffenheit von aufgequollenen zelligen Gebilden herrührt, oder von einer amorphen ausserhalb der letzteren bestehenden imbibitionsfähigen Masse (Schlossberger). Dass möglicherweise die Verschiedenheit darin begründet sein könnte, dass der Schleimstoff bei hinreichendem Alkali gelöst, bei mangelhaftem aber ungelöst wäre, ist zuerst von Simon hervorgehoben worden, und wird durch die Vergleichung beider Arten von Schleim zwar nicht entschieden, wohl aber plausibel.

Schleim mit löslichem Schleimstoff, wie ihn Städeler erhielt, indem er Speicheldrüsen mit Glaspulver zerrieb, hierauf einige Male mit kaltem Wasser auszog, und dann die Extraction mit Wasser fortsetzte, liess sich, obgleich fadenziehend, bei hinreichender Verdünnung mit Wasser filtriren. Einige Tropfen Essigsäure unter Umrühren hinzugesetzt, machten die Schleimlösung um so zäher, je mehr Alkali entzogen wurde, und bewirkten endlich die Ausscheidung des Schleimstoffs in dicken Flocken. Der so abgeschiedene Schleimstoff ist elastisch, dem Blutfibrin sehr ähnlich, und tritt gewöhnlich in Fadenform auf. Durch Alkohol entsteht in den Schleimarten mit gelöstem Schleimstoff ein weisses, faseriges Gerinnsel, welches in Wasser wieder löslich ist. Wird aber derartiger Schleim im Wasserbade zur Trockne abgedampft, so löst sich der Schleimstoff in Wasser nicht wieder auf. Eine verdünnte Auflösung von Schleim der Luft ausgesetzt, bildet nach Scherer's Beobachtung allmählich an der Oberfläche ein feines, rahmartiges Häutchen.

Wenn der Schleim kein Albumin enthält, so wird er in seiner Lösung durch Kochen nicht getrübt, sondern eher dünnflüssiger. Bei der Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure liefert er viel **Tyrosin** und **Leucin**.

Schleim mit aufgequollenem Schleimstoff, z. B. Nasenschleim, zeigt nach **Berzelius** folgendes chemisches Verhalten.

Solcher Schleim ist in Wasser nicht löslich, kann aber darin bis zur vollkommenen Durchsichtigkeit aufquellen, wobei sich jedoch diese Flüssigkeit in Fäden ziehen lässt, selbst wenn sie noch nicht 1 Proc. Schleim enthält. Bringt man das klare aber fadenziehende Liquidum auf ein Filter, so geht eine dünne Flüssigkeit durch, und der Schleim bleibt auf dem Filter, wo er sich nach und nach verdickt. Durch Kochen mit Wasser schrumpft er nicht zusammen, und erhärtet nicht. Verdünnte Salpetersäure coagulirt ihn oberflächlich, und färbt ihn stellenweise gelb. Digerirt man ihn mit verdünnter Salpetersäure, so löst er sich allmählich zu einer fast farblosen Flüssigkeit auf. Durch Essigsäure dagegen schrumpft er selbst beim Kochen, ohne sich zu lösen, ein. Kaustisches Kali macht ihn momentan schleimiger, alsbald aber löst er sich zu einer dünnen Flüssigkeit auf.

Getrocknet ist der Schleim gelb und durchsichtig.

Quantitative Zusammensetzung des Schleimes.

Quantitative Zusammensetzung.

Bei einer Flüssigkeit von den Eigenschaften des Schleimes kann von einer exacten quantitativen Analyse nicht die Rede sein, und zwar um so weniger, als wir kein Mittel kennen, um das darin wirklich Gelöste von dem Aufgeschwemmten: seinen Formelementen, zu trennen. Doch sind mehrere quantitative Analysen von Schleim ausgeführt, die wir der Vollständigkeit halber mittheilen, aber wiederholt hervorheben, dass ihr Werth ein beschränkter ist.

A. Löslicher Schleim.

Bestandtheile für 1000 Theile	Schleim aus einer Cyste. Scherer	Schleim aus dem Fötusmagen. Schlossberger	Ranula-flüssigkeit. Gorup-Besanez	Ranula. L. Gmelin
Wasser	887,01	986,0	950,29	946,0
Feste Stoffe	112,99	14,0	49,71	54,0
Mucin	104,34 (Mucin, Extractivstoffe, Fette zusammen)	4,4	29,86	—
Extractivstoffe		1,0 (Extractivstoffe und Fette zusammen)	19,85 (Extractivstoffe und Fette zusammen)	—
Fette				—
Anorganische Salze	8,65	8,6	—	—

B. Quellender Schleim.

Bestandtheile für 1000 Theile	Lungen- und Trachealschleim		Nasenschleim	
	Nasse I.	Whrigt II.	Berzelius I.	Simon II.
Wasser	955,5	956,0	933,7	880,0
Feste Stoffe	44,5	44,0	66,3	120,0
Mucin	23,7	32,0	53,3	84,0
Extractivstoffe	9,8	4,0	10,4	25,2
Fette	2,9	—	—	6,0
Anorganische Salze . .	8,0	5,0	5,6	—
Chlornatrium	5,8	—	—	—
Schwefelsaures Natron .	0,4	—	—	—
Kohlensaures Natron . .	0,2	—	—	—
Phosphorsaures Natron .	0,1	—	—	—
Phosphorsaures Kali . .	1,0	—	—	—
Kohlensaures Kali . . .	0,3	—	—	—
Schwefelsaures Kali und Kieselerde	0,2	—	—	—

Bemerkenswerth erscheint bei diesen Analysen der verhältnissmässig keineswegs sehr bedeutende Gehalt an festen Stoffen, trotz der gewöhnlich so bedeutenden Consistenz des Secretes.

Ueber die Veränderungen des Schleimes durch physiologische und pathologische Einflüsse existiren chemische Untersuchungen nicht.

Schleim bei Nasencatarrh.

Die in dem Höhestadium des Nasencatarrhs secernirte Flüssigkeit ist eine ihren chemischen Eigenschaften nach den serösen Transsudaten ähnliche albuminhaltige und salzreiche Flüssigkeit, allein auch sie kann nicht als reines Transsudat angesehen werden, denn einerseits enthält sie nach den Untersuchungen von Buchner noch Schleimstoff, und andererseits zahlreiche wohlausgebildete Schleimkörperchen.

Der Albumingehalt ist für diese Frage bedeutungslos, da auch normaler Schleim nicht selten Albumin enthält. In den späteren Stadien des Schnupfens, wenn der Schleim dicklich und gelb wird, soll nach Buchner derselbe ein Fett von eigenthümlicher Beschaffenheit enthalten, welches gelb ist, und die gelbe Färbung dieses Schleimes verursacht.

Zum Schleime, trotz einiger Verschiedenheiten, gehören noch das sogenannte Colloid der pathologischen Anatomen, und gewisse schleimige Secrete wirbelloser Thiere.

Colloidmaterie.

Unter Colloidmasse verstehen die Pathologen den gallertigen oder auch wohl schleimigen Inhalt gewisser pathologischer Neubildungen.

Diese Massen sind in kaltem und heissem Wasser gewöhnlich unlöslich, geben beim Kochen mit Wasser keinen Leim, und lösen sich auch nicht in Alkohol und Aether. Wenn sie in den Zustand der Erweichung und Verflüssigung übergehen, lösen sie sich zuweilen in Wasser und gerinnen aber dann beim Kochen nicht, enthalten demnach kein Albumin. Am nächsten kommen die Colloidmassen in ihrem chemischen Verhalten dem Schleimstoff, unterscheiden sich aber davon wenigstens in gewissen Stadien ihrer Entwickelung durch ihre Löslichkeit in Essigsäure.

Die Gallerte aus einem Colloidkrebs der Lungen wurde von Wurtz untersucht. Dieselbe, in Wasser unlöslich, wurde beim Abdampfen in eine weisse, blätterige Masse verwandelt, die mit Alkohol und Aether ausgekocht, in ein weisses Pulver überging. In Wasser quoll dieses schnell wieder auf und verwandelte sich in eine Gallerte. Durch längeres Kochen mit Wasser schrumpfte sie zusammen, ohne sich merklich zu lösen. In caustischen Alkalien war die Gallerte löslich, in dieser Lösung bewirkte Essigsäure Trübung. In Essigsäure war sie übrigens wenig löslich. Bei 140° C. getrocknet gab sie bei der Elementaranalyse: Kohlenstoff 48,09, Wasserstoff 7,47, Stickstoff 7,00, Sauerstoff 37,44 Procent. Nach dieser Zusammensetzung wich diese Colloidmasse von allen bekannten Albuminaten und Albuminoiden wesentlich ab, näherte sich aber noch am meisten dem Chitin. Dass Uebergänge des Colloids in wirklichen Schleim erfolgen können, scheint den vorliegenden Beobachtungen zufolge mindestens sehr wahrscheinlich.

Schleim der Wirbellosen. Limacin.

Schleim der wirbellosen Thiere. Limacin. Alle Mollusken sondern eine schleimige Flüssigkeit ab, die ihre Haut schlüpfrig macht. Dieselbe ist meist farblos, oft ganz glasartig, zuweilen aber auch milchig oder gelblich. Näher studirt ist das sogenannte Limacin, und der Schleim von Limax agrestis.

Den Schleim der nackten Ackerschnecken fand Braconnot durchsichtig und farblos, bei Zusatz von wenig Wasser gallertig, bei starker Verdünnung mit Wasser einer Albuminlösung ähnlich, schwach alkalisch. Mit Wasser verdünnt lässt er sich filtriren, und seine Lösung wird durch Säuren, durch Gallustinktur, sowie durch Metallsalze niedergeschlagen. Bei gelinder Wärme getrocknet, quillt er in Wasser wieder auf. Beim Kochen gerinnt seine Lösung nicht. In schwach alkalischem Wasser löst sich der Schneckenschleim vollständig und verwandelt sich dann beim Kochen in eine durchsichtige dem Glaskörper des Auges ähnliche Masse. Bleibt die alkalische Lösung oder auch der ursprüngliche Schleim mit Wasser längere Zeit stehen, so wird die Lösung dann durch Säuren gar nicht mehr oder unvollständig gefällt. Bringt man die Schnecken in Kalkwasser, so erhält man eine dicke, fadenziehende Flüssigkeit, welche von Säuren zu einer Gallerte coagulirt wird, die beim Filtriren als durchsichtige Masse zurückbleibt.

Von diesem Schleim unterscheidet Braconnot das Limacin. Dasselbe wurde erhalten, indem ein Decoct der nackten Schnecken verdampft, der Rückstand mit wenig Wasser gewaschen, dann mit viel Wasser gekocht wurde. Das kochend heisse Filtrat schied beim Erkalten weisse Flocken, das Limacin, aus. Dasselbe ist weiss, leicht zu pulvern, fühlt sich erdig an, löst sich etwas in kaltem Wasser, mehr aber in kochendem, aus dem es beim Erkalten herausfällt. Die Lösung reagirt alkalisch und wird durch Metallsalze gefällt. In alkalischem Wasser ist das Limacin leicht löslich, und in dieser Lösung erzeugen Säuren im Ueberschuss lösliche Niederschläge. In kochendem Weingeist löst es sich zu einer fast farblosen Flüssigkeit, nach deren Verdunsten es unverändert zurückbleibt. Es ist stickstoffhaltig, und fault bei längerem Stehen seiner Lösungen an der Luft. Aus Helix pomatia erhielt Schlossberger diesen Körper nicht. Limacin.

Dem Schleim sehr nahe steht ferner das Neossin, die thierische Substanz der in China und Ostindien als Leckerbissen hoch geschätzten indianischen Schwalbennester (von Hirundo esculenta und fuciphaga). Neossin.

Das Neossin wurde isolirt, indem man die Nester abwechselnd mit Wasser und Alkohol auskochte. Es hinterblieben dabei 90 Proc. einer durchsichtigen Gallerte, die beim Trocknen weiss und leicht zerreiblich wurde.

Das Neossin ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und in schwach alkalischem Wasser, löslich dagegen in Kalilauge unter Ammoniakentwickelung; Salzsäure erzeugt in der Lösung einen im Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag. In Wasser quillt es auf und wird durchsichtig, besonders beim Kochen, jedoch ohne sich zu lösen. Der Schleim fliesst den betreffenden Vögeln während des Nesterbaues aus dem Schnabel.

Nach seiner Elementarzusammensetzung nähert sich das Neossin dem Mucin, ist aber reicher an Kohlenstoff und etwas ärmer an Stickstoff.

Schleimsteine oder Chondroiten.

Man versteht darunter Concretionen, die sich in von Schleimhäuten ausgekleideten Höhlen und Schläuchen aus dem Secrete dieser Schleimhäute unter pathologischen Bedingungen, zuweilen unter Mitwirkung eines gewissermaassen den Kern liefernden fremden Körpers bilden, und vorzugsweise in der Nasenhöhle, der Rachenhöhle, den Tonsillen, Bronchien und den weiblichen Geschlechtstheilen angetroffen werden. Schleimsteine, Chondroiten.

Ihre gewöhnlichen Bestandtheile sind ausser Wasser: verhärteter Schleim, Fette und phosphorsaure und kohlensaure alkalische Erden. Beispiele ihrer quantitativen Zusammensetzung liefert nachstehende Tabelle:

Bestandtheile für 100 Theile	Nasensteine. I. Geiger	II. Brandes	Tonsillen-stein. Laugier	Luftröh-renstein. Préval	Lungenstein. Gorup-Besanez
Wasser	—	8,93	25,0	—	—
Thierische Materie . .	23,3	4,52	—	27,5	—
Schleim	—	—	12,5	—	32,46
Fette	—	—	—	—	17,17
Phosphorsaurer Kalk .	46,7	79,56	50,0	60,4	50,37
Kohlensaurer Kalk . .	21,7	6,41	12,5	—	
Kohlensaure Bittererde	8,3	—	—	12,1	—
Lösliche Salze	Spur	0,58	—	—	Spur

Von Pferden herrührende Schleimsteine wurden von Hahn beschrieben und analysirt.

Bildung des Schleimes.

Bildung des Schleimes.

Für die Bildung des Schleimes hat die Chemie keine verwerthbaren Thatsachen beizubringen vermocht. Die Frage der Genesis des Schleimes ist überhaupt noch nicht befriedigend gelöst, nur so viel kann als ausgemacht gelten, dass der Schleim ein einfaches Transsudat aus dem Blute nicht ist. Schrant und Donders betrachten den Schleim als ein Product der Metamorphose des Inhalts der Epithelialzellen, Scherer und Virchow dagegen nehmen auch eine ohne Vermittelung von Zellen vor sich gehende Schleimbildung aus colloider und knorpelartiger Substanz an, wobei sie sich besonders auf das Fehlen der Epithelien in manchen schleimhaltigen Cysten, und auf die Umwandlung der Wharton'schen Salze in Schleim stützen.

Die meisten Anhänger scheint die Ansicht zu haben, dass der Schleim das Product der allmählichen Auflösung von Zellen sei.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Schleimes kann man in folgenden Functionen desselben erschöpfend formuliren:

1. Er wirkt als mechanisch und chemisch schützender Ueberzug blut- und nervenreicher Membranen;

2. er ertheilt specifischen Drüsensecreten, mit denen er sich mischt, Eigenschaften, welche weder das Drüsensecret für sich allein, noch der Schleim für sich besitzt (vergl. unter Speichel);

3. er erscheint zum Theil als Auswurfsproduct, durch welches keineswegs ganz geringe Mengen Stickstoff aus dem Körper ausgeschieden werden.

Literatur zur Chemie des Schleims. Schlossberger: Vers. einer vergl. Thierchemie. Heidelberg 1856. S. 314. — Städeler: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXI. S. 14.

VII. Chemie des Speichels.

Die Mundflüssigkeit oder der Speichel im gewöhnlichen Sinne ist eine Mischung von heterogenen Secreten, deren relative Mengenverhältnisse wechselnde sind. Zum grösseren Theile stammt sie allerdings von den eigentlichen Speicheldrüsen, allein es haben an ihrer Absonderung auch die kleineren Drüsen der Mundschleimhaut Antheil. Die Natur dieser letzteren Secrete ist von jener des eigentlichen Speicheldrüsensecretes wesentlich verschieden, und nähert sich den Absonderungsproducten der übrigen Schleimhäute. Im nüchternen Zustande des Individuums wiegt das schleimige Secret, während der Thätigkeit der Kaumuskeln und der Digestionsorgane das eigentliche Speicheldrüsensecret vor. Aus diesem Umstande erklären sich viele widersprechende Angaben über den gewöhnlichen Speichel. Begriffsbestimmung.

Bei einer wissenschaftlichen Betrachtung hat man daher zu unterscheiden: Arten des Speichels.

1) Gemischten Speichel, d. h. die Mundflüssigkeit oder Speichel im gewöhnlichen Sinne,
2) Speichel der Submaxillardrüsen,
3) Speichel der Parotis oder Ohrdrüse: Parotidenspeichel,
4) Speichel der Sublingualdrüsen.

Am Besten gekannt von diesen verschiedenen Arten des Speichels ist der gemischte Speichel und der Parotidenspeichel, hauptsächlich wohl deshalb, weil die Herstellung eines reinen Secrets aus den übrigen Drüsen Schwierigkeiten darbietet.

A. Gemischter Speichel.

Physikalische Charaktere. Der gemischte Speichel des Menschen stellt eine farblose, etwas ins Bläuliche ziehende Flüssigkeit dar, von schwach fadenziehender Consistenz, ohne Geruch und Geschmack. Das specifische Gewicht des Speichels wird sehr verschieden angegeben; beim Menschen scheint es zwischen 1,004 und 1,006 schwanken zu können. Die Reaction des normalen Speichels wird von den meisten Beobachtern übereinstimmend als alkalisch bezeichnet, doch wird unter pathologischen Verhältnissen der Speichel nicht selten sauer. Gemischter Speichel, Physikalische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Der gemischte Speichel enthält Formelemente aufgeschwemmt, die sich beim Stehen grossentheils Anatomische Charaktere.

als ein schleimiges grauweisses Sediment absetzen. Die wesentlichen Formelemente des gemischten Speichels sind:

1) Pflasterepithelien von verschiedener Grösse.
2) Speichelkörperchen. Letztere sind histologisch mit den Schleimkörperchen oder Schleimzellen identisch, gewöhnlich grösser wie die Eiterkörperchen, und zeigen meist auch ohne Anwendung besonderer Reagentien einen grossen linsenförmigen excentrischen Kern.

Die nähere Beschreibung dieser Formelemente gehört in den Bereich der Histologie. Abbild. bei Funke: Atl. 2. Aufl. Taf. XIV. Fig. 1.

Chemische Bestandtheile des gemischten Speichels.

Chemische Bestandtheile.

Da der gemischte Speichel das Product einer Mischung nicht allein der Secrete der verschiedenen Speicheldrüsen, sondern auch der Schleimsecretion der Mundhöhle ist, so muss er nicht nur allein die Bestandtheile des Speichels im engeren Sinne, sondern auch die des Schleims enthalten.

a. Constante Bestandtheile. Wasser, — Mucin, — Albumin (jedenfalls nur spurenweise), — verschiedene zum Theil in Wasser, zum Theil in Alkohol lösliche Extractivstoffe, einer oder mehrere davon als Ptyalin bezeichnet, — Fette (spurenweise), — Rhodankalium, — anorganische Salze, worunter Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaures Kali, phosphorsaure Salze der Alkalien und alkalischen Erden, und phosphorsaures Eisenoxyd.

b. Nicht constante Bestandtheile. Harnstoff, — Leucin, — Traubenzucker, ? — Gallenfarbstoff, — Milchsäure.

Mit Ausnahme des Harnstoffs wurden diese Bestandtheile nur unter pathologischen Verhältnissen nachgewiesen, oder ihre Gegenwart aus mehr oder minder beweisenden Reactionen erschlossen.

Von aussen dem Organismus einverleibt, gehen nach den bisherigen Erfahrungen nach kürzerer oder längerer Zeit in den Speichel über:

Jodmetalle und freies Jod, letzteres als Jodkalimetall, schon nach wenigen Minuten nach der Einverleibung im Speichel nachweisbar, — Brom und Brommetalle, — Quecksilber bei Salivation in Folge des Gebrauchs von Mercurialien, und bei dem Speichelfluss an Mercurial-Cachexie Leidender.

B. Speichel der Submaxillardrüsen.

Submaxillardrüsen-Speichel.

Derselbe stellt im Allgemeinen eine farblose, klare, sehr zähe, geschmack- und geruchlose Flüssigkeit dar von minder ausgesprochener alkalischer Reaction, wie jene des Parotidenspeichels.

Nach den Versuchen von Eckhard, Adrian und Cl. Bernard liefern die Submaxillardrüsen des Hundes zweierlei Speichel, je nachdem

die Secretion durch Reizung der vom Sympathicus, oder der vom Trigeminus stammenden Drüsennerven eingeleitet wird.

Im Trigeminusspeichel fand Eckhard eigenthümliche, stark lichtbrechende Körperchen von 0,0015 bis 0,0030 mm. Durchmesser, Molecularkörnchen und spärliche Epithelia. In dem Sympathicusspeichel waren die lichtbrechenden Körperchen viel seltener, dagegen enthielt letzterer unregelmässig geformte, weissgelbliche, der Sarkode ähnliche Körperchen von 0,015 bis 0,040 mm. in grosser Menge. Das specifische Gewicht des Sympathicusspeichels ist nach den Versuchen von Eckhard höher wie das des Trigeminusspeichels, und ersterer ist dem entsprechend auch concentrirter. Die chemischen Bestandtheile des Submaxillarspeichels scheinen dieselben zu sein, wie die des gemischten Speichels, doch fehlen genauere Untersuchungen darüber. In dem Submaxillardrüsenspeichel des Hundes sah Jacubowitsch beim Erhitzen ein Sediment von kohlensaurem Kalk entstehen.

C. Parotidenspeichel.

Der reine Parotidenspeichel des Menschen, von C. G. Mitscherlich, van Setten, Cl. Bernard u. Ordenstein untersucht, aus künstlichen oder spontan enstandenen Speichelfisteln, oder durch Einführung einer Canüle in den Ductus Stenonianus und Secretionsreizung (Eckhard, Ordenstein) gewonnen, stellt im Allgemeinen eine wasserhelle, farblose, nicht fadenziehende, unter dem Mikroskop nur wenige Epithelien zeigende Flüssigkeit dar, welche weder Geruch noch Geschmack besitzt, und gewöhnlich deutlich alkalisch reagirt. Ordenstein fand die Reaction des Parotidenspeichels im normalen Zustande stets alkalisch, im nüchternen Zustande aber regelmässig sauer oder neutral, jedoch waren nur die ersten Tropfen sauer, dann wurde die Reaction neutral, und noch später alkalisch. Das specifische Gewicht des menschlichen Parotidenspeichels schwankt zwischen 1,0031 und 1,0041. Parotidenspeichel.

Die chemischen Bestandtheile des Parotidenspeichels wurden vorzugsweise von Lehmann, allerdings aber nur bei jenem der Pferde genauer untersucht. Nach diesem Chemiker hätte man als constante Bestandtheile desselben anzusehen:

Wasser, — Kali, Natron und Kalk in Verbindung mit Kohlensäure und mit einer dem Natronalbuminat ähnlichen organischen Materie, — Extractivstoffe, — das Kalisalz einer der Buttersäuregruppe angehörigen schwer flüchtigen Säure (Capronsäure?), — Chlornatrium und Chlorkalium, sehr wenig phosphorsaure Salze, und eine Spur schwefelsauren Alkali's. Nach Gobley u. Poiseuille enthält der Parotidenspeichel constant Harnstoff, was bei den übrigen Speichelarten nicht der Fall sein soll, dagegen enthält er kein Mucin (Gurlt), weshalb ihm auch die fadenziehende Beschaffenheit abgeht.

D. Speichel der Sublingualdrüsen.

Sublingualdrüsen-Speichel.

Derselbe ist noch zäher und fadenziehender wie jener der Submaxillardrüsen, fast so klebrig wie Leim, und durchscheinend. Er reagirt alkalisch. Derselbe enthält, namentlich wenn er durch Druck entleert wird, zahlreiche Speichelkörperchen. Seine chemischen Bestandtheile sind nicht für sich ermittelt, doch soll er Rhodankalium enthalten (Longet).

Allgemeines chemisches Verhalten des Speichels.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Der Temperatur des kochenden Wassers ausgesetzt, wird der Speichel trübe, und beim Parotidenspeichel verschwindet die durch Kochen erzeugte Trübung auf Zusatz von Salpetersäure nicht; Alkohol fällt aus dem filtrirten Speichel weisse Flocken. Gerbsäure erzeugt ein flockiges Präcipitat, ebenso neutrales essigsaures Bleioxyd; ähnlich verhalten sich Bleiessig, salpetersaures Quecksilberoxydul und Sublimat. Essigsäure, Ferrocyankalium, Salzsäure, Schwefelsäure, Kali, Ammoniak, so wie Alaun geben keinerlei Reaction. Eisenchlorid ruft im Speichel wegen seines Gehaltes an Rhodankalium eine dunkelbluthrothe Färbung hervor. Der Parotidenspeichel nicht allein des Pferdes und pflanzenfressender Säugethiere, sondern auch jener fleischfressender Thiere soll sich nach den Angaben Lehmann's an der Luft wie Kalkwasser trüben, und ein Sediment von kohlensaurem Kalk absetzen. Neben dem kohlensauren Kalk fällt aber dabei immer eine organische Materie mit nieder; man glaubte früher, da die Trübung der Flüssigkeit von der Oberfläche auszugehen pflegt, dass dieselbe auf der Trennung des Kalks von organischer Materie, und Bindung des ersteren an Kohlensäure der Luft beruhe; allein Lehmann hält es nach seinen Erfahrungen für wahrscheinlicher, dass doppelt kohlensaurer Kalk im Parotidenspeichel gelöst ist, der beim Stehen an der Luft sich als einfach kohlensaurer Kalk ausscheidet.

Speichel führt Amylum und Glykogen in Traubenzucker über.

Eine sehr wichtige Eigenschaft des Speichels ist die, dass er nach Art eines Fermentes Stärkmehl, vorzugsweise gekochtes, und Glykogen: den zuckerbildenden Stoff der Leber in Zucker umzuwandeln vermag. Diese Thatsache, von Leuchs zuerst beobachtet, wurde seither von beinahe allen Forschern, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigten, bestätigt. Rohe Stärke verwandelt er bei einer Temperatur, die über 40° C. liegt, in Dextrin (Nägeli), gekochte aber schon bei gewöhnlicher Temperatur in Zucker. Die Zeit, in welcher diese Umwandlung erfolgt scheint bei den verschiedenen Speichelarten verschieden zu sein, und bei den einen schon innerhalb weniger Minuten, bei den anderen dagegen erst nach stundenlanger Digestion zu erfolgen. Man hat früher auf Grund von grösstentheils an Thieren angestellten Versuchen angenommen, dass die Eigenschaft des Speichels, Stärke in Zucker zu verwandeln, nur dem gemischten Speichel zukomme, indem der Parotidenspeichel weder

für sich, noch mit Mundschleim gemischt, noch endlich das Submaxillardrüsensecret diese Eigenschaft besitze, wohl aber das letztere mit Mundschleim gemischt. Neuere Untersuchungen lassen diese Angaben als irrig erscheinen. Der Parotidenspeichel, welcher aus dem unverletzten Ausführungsgange des gesunden Menschen aufgefangen wird, verwandelt das gekochte Stärkmehl rasch in Zucker (Eckhard, Ordenstein), während der aus frisch angelegten Fisteln beim Pferde gewonnene, und auch der des Hundes äusserst langsam oder gar nicht zuckerbildend auf Stärke wirkt. Zuweilen vermag übrigens auch der wässerige Auszug der Ohrspeicheldrüse das Amylum rasch in Zucker zu verwandeln. — Ein Gemenge von Parotiden- und Submaxillarspeichel wandelt Stärke sehr langsam, ein Gemenge dagegen von Parotiden-Speichel und Mundschleim zuweilen rasch (Jacubowitsch), zuweilen aber auch sehr langsam in Zucker um, (Bidder u. Schmidt); der mit Vorsicht aus der Submaxillar- und Sublingualdrüse aufgefangene Speichel des Menschen wirkt rasch zuckerbildend (Longet); ein Gemenge endlich von Submaxillardrüsen-Speichel und Mundschleim führt nach beinahe allen Beobachtern übereinstimmend schon nach wenigen Minuten gekochte Stärke in Dextrin und Zucker, bei längerer Einwirkung in Milch- und Buttersäure über (durch secundäre Spaltung des Zuckers). Auf die dem Amylum verwandten Stoffe, Rohrzucker, Pectin, Gummi, Cellulose, wirkt der Speichel nicht ein (Frerichs).

Bemerkenswerth sind noch folgende Verhältnisse. Die Umwandlung des Amylums in Zucker durch den Speichel wird nicht verhindert durch Neutralisation des alkalischen Speichels, durch Zusatz von Mineralsäuren, Essigsäure und sehr sauren Magensaft bis zur stark sauren Reaction, ein sehr bedeutender Säureüberschuss dagegen stört die Umsetzung; aus diesem Grunde ist die zuckerbildende Kraft zu Ende, wenn in Folge der weitergehenden Zersetzung bedeutendere Mengen des Zuckers in Butter- und Milchsäure übergegangen sind; aber auch hier beginnt die Zuckerbildung von Neuem, wenn die gebildeten Säuren neutralisirt werden (Cl. Bernard). Einmaliges Aufkochen der Mischung aus Stärke und Speichel, Alkoholzusatz, Zusatz von arseniger Säure hemmen die Zuckerbildung ebenfalls.

Dass die zuckerbildende Kraft des Speichels durch einen fermentähnlichen Körper bedingt sein müsse, ergiebt sich aus der den Fermentwirkungen vollkommen analogen Action desselben. Die Versuche aber, das die Umsetzung bedingende Ferment des Speichels zu isoliren, sind erfolglos geblieben, denn keinem einzigen der sogenannten „Speichelstoffe“ und „Ptyaline“ kommt diese Eigenschaft zu, und ebenso wenig der Diasstase salivaire von Mialhe.

Unter dem Namen Ptylanin oder Speichelstoff haben verschiedene Autoren sehr verschiedene Stoffe verstanden, die sie nach sehr abweichenden Methoden aus dem Speichel darstellten.

Ptyalin von Berzelius.

Berzelius stellte ein Ptyalin dar, indem er den Speichel im Wasserbade zur Trockene eindampfte, den Rückstand mit Alkohol auszog, den schwach alkalisch reagirenden Rückstand in Wasser löste, mit etwas Essigsäure neutralisirte, wieder zur Trockene abdampfte, den Rückstand nochmals mit Alkohol auszog, um das gebildete essigsaure Natron zu entfernen, und das darin Unlösliche mit Wasser behandelte, welches das Ptyalin auflöste, den Schleim aber und Albuminate ungelöst zurückliess. Das so dargestellte Ptyalin war grauweiss, geruch und geschmacklos, und löste sich in Wasser zu einer Lösung, die weder durch Gerbsäure noch durch Quecksilberchlorid oder durch das basisch essigsaure Bleioxyd, noch endlich durch starke Säuren gefällt wurde; dagegen wurde es durch Alkohol aus seinen Lösungen niedergeschlagen.

Ptyalin von Tiedemann und Gmelin.

Tiedemann und Gmelin stellten das Ptyalin in einer ähnlichen Weise dar. Sie wichen hauptsächlich darin von Berzelius ab, dass sie das mit Alkohol ausgezogene Speichelextract nach Sättigung mit Essigsäure nicht nochmals mit Alkohol auszogen, und dass sie den ungelösten Rückstand nicht mit kaltem, sondern mit kochendem Wasser erschöpften. Das so dargestellte Ptyalin ist, einmal abgedampft, in Wasser nicht mehr völlig löslich, und wird durch Gerbsäure und Metallsalze gefällt. Das nach Berzelius's Methode von C. G. Mitscherlich dargestellte Ptyalin wurde übrigens auch durch Metallsalze gefällt.

Ptyalin von Lehmann.

Lehmann stellte ein Ptyalin dar, indem er den spirituösen Speichelauszug mit Alkohol und Aether behandelte. So dargestellt war es gallertig, farblos, in alkali- und säurehaltigem Wasser leicht löslich, von dem damit verbundenen Alkali aber getrennt, schwer löslich in Wasser. In der alkalischen Lösung bewirkten Essigsäure und Salpetersäure einen flockigen Niederschlag, welcher im Ueberschuss des Fällungsmittels sich löste. Ebenso entstand nach dem Zusatz von Salmiak beim Erhitzen ein Niederschlag, desgleichen durch Gerbsäure, und durch Bleiessig, keiner dagegen durch Alaun und durch Kupfervitriol. Blutlaugensalz trübte die essigsaure Lösung. Verbrannt gab es eine fast nur aus Kalk und kohlensaurem Alkali bestehende Asche.

Ptyalin von Wright.

Eine von S. Wright als Ptyalin beschriebene Materie wurde aus dem ätherischen Auszuge des Speichelrückstandes gewonnen, und war leichter löslich in Alkohol und Aether wie in Wasser, sie hat demzufolge mit den oben als Ptyalin beschriebenen Materien kaum etwas gemein.

Diastase salivaire von Mialhe.

Die Diastase animale salivaire erhielt Mialhe durch Fällung des Speichels mit dem fünf- bis sechsfachen Gewichte Alkohols; sie schied sich in weissen Flocken ab, und sollte das wirksame Ferment des Speichels enthalten, was aber von keiner Seite bestätigt werden konnte.

Aus dem Angeführten geht zur Genüge hervor, dass unter dem Namen Ptyalin verschiedene Substanzen zusammen geworfen wurden, und dass alle wenig scharf charakterisirte Gemenge sind. Seitdem man weiss,

dass überdiess keine dieser Substanzen das wirksame Speichelferment enthält, ist ihre Bedeutung auf Nichts eingeschrumpft.

Speichel spaltet Salicin in Saligenin und Zucker.

Ausser Stärkmehl vermag der Speichel auch das Glykogen der Leber in Zucker umzuwandeln, allein diese Umwandlung erfolgt keineswegs sehr rasch. Dass übrigens das Ferment des Speichels mit jenem der gekeimten Gerste: dem Diastas nicht identisch ist, ergiebt sich aus der von Städeler gemachten Beobachtung, dass Speichel bei 38° bis 40° C. Salicin sehr energisch in Saligenin und Zucker spaltet, was das gewöhnliche Diastas nicht vermag.

Quantitative Zusammensetzung des Speichels.

Quantitative Zusammensetzung.

Unsere Kenntnisse über die quantitative Zusammensetzung des Speichels sind sehr unvollkommen, und müssten es, ganz abgesehen von allen übrigen Verhältnissen, schon einfach aus dem Grunde sein, weil wir die Bestandtheile des Speichels nur zum geringsten Theile qualitativ zu charakterisiren vermögen. Da nun der gemischte Speichel ein Gemenge verschiedener nicht allein qualitativ, sondern sicherlich auch quantitativ verschiedener Speichelarten und überdiess noch des Mundschleims darstellt, und zwar in wechselnden und keineswegs zu eruirenden Verhältnissen, so könnte auch die genaueste Analyse eines derartigen Gemenges nur einen sehr beschränkten Werth beanspruchen. Die einzelnen Speichelarten rein in einer zu quantitativen Analysen genügenden Menge zu beschaffen, stösst namentlich beim Menschen auf grosse Schwierigkeiten, und daher besitzen wir auch über die einzelnen Speichelarten keine genaueren quantitativen Analysen.

Die Analyse des Speichels kann sich natürlich nur auf einige Bestandtheile desselben beschränken.

Methode der Analyse.

Die Bestimmung des Wassers, der festen Stoffe und der anorganischen Salze geschieht, indem eine gewogene Menge Speichel zur Trockne verdunstet und der Rückstand gewogen wird. Der Rückstand ist = den festen Stoffen des Speichels im Allgemeinen, der Gewichtsverlust = dem Gewicht des Wassers. Wird der erhaltene Rückstand verbrannt und die Asche gewogen, so erhält man das Gewicht der feuerbeständigen Salze. Zur Bestimmung der Epithelien und des unlöslichen Schleims wird eine zweite gewogene Parthie Speichel filtrirt. In der Regel geht die Filtration des Speichels, wenn auch etwas langsam, doch ganz gut vor sich, sollte man jedoch wegen sehr viscider Beschaffenheit desselben Befürchtungen in dieser Beziehung hegen, so dürfte man nur den Speichel mit Wasser verdünnen, wodurch das Filtriren sehr erleichtert wird, oder: man dampft bis nahe zur Trockne ab und setzt dann etwas Essigsäure zu, wodurch der Schleim unlöslich wird. Schleim (unlöslichen) und Epithelien sammelt man auf einem bei 100° C. getrockneten und gewogenen Filter, wäscht mit wenig Wasser aus, trocknet bei 100°C. und wägt. Nach Abzug des Gewichts des Filters erhält man jenes der Epithelien und des Schleims.

Zur Bestimmung des Rhodankaliums (Schwefelcyankalium) kann man das Filtrat von der Bestimmung der Epithelien etc. verwenden. Dasselbe wird im Wasserbade abgedampft, der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, das alkoholische Extract ebenfalls abgedampft und der Rückstand wieder in Wasser gelöst. Der so erhaltene

wässerige Auszug wird nun mit chlorsaurem Kali zum Kochen erhitzt, dann zur heissen Flüssigkeit Salzsäure gesetzt, und dadurch aller Schwefel des Schwefelcyans in Schwefelsäure verwandelt. Die so behandelte Flüssigkeit fällt man nun mit Chlorbaryum, oder salpetersaurem Baryt, sammelt den schwefelsauren Baryt auf einem Filter, dessen Aschengehalt man kennt, wäscht vollständig aus, trocknet, glüht und wägt. Aus dem Gewicht des schwefelsauren Baryts berechnet man jenes des Schwefelcyans, Schwefelcyankaliums, oder Schwefelcyannatriums.

Das Aufnehmen des Speichelrückstandes in Alkohol, abermalige Verdampfen und nachherige Aufnehmen des alkoholischen Extractes in Wasser geschieht, um etwa vorhandene schwefelsaure Salze, die bekanntlich in Alkohol unlöslich sind, ausser Spiel zu bringen. Bei hinreichender Menge von Material kann zur Bestimmung des Rhodankaliums auch eine eigene Parthie Speichel, die natürlich nicht filtrirt zu werden braucht, verwendet werden.

Zieht man nun vom Gesammtgewicht der festen Stoffe die Gewichtssumme der Epithelien, der feuerbeständigen Salze und des Rhodankaliums ab, so erhält man als Unterschied die Menge des Speichelstoffs (Wasserextract) und Alkoholextracts.

Wollte man endlich auch das Fett noch quantitativ bestimmen, so müsste man den bei der Wasserbestimmung erhaltenen Speichelrückstand vor dem Einäschern desselben mit Aether erschöpfen, und würde so durch Verdampfen der ätherischen Auszüge das Fett erhalten.

Die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung der von verschiedenen Analytikern angestellten Analysen des Speichels können nur dazu dienen, ein ungefähres Bild von den Gewichtsverhältnissen der wichtigeren und besser gekannten Bestandtheile desselben zu geben, sie können aber schon einfach deshalb kein allgemein gültiger Ausdruck der quantitativen Zusammensetzung des Speichels sein, weil diese unter verschiedenen physiologischen Bedingungen bedeutenden Schwankungen unterworfen zu sein scheint.

A. Gemischter Speichel des Menschen.

Tabellen der quantitativen Zusammensetzung des Speichels.

Bestandtheile für 1000 Theile	Fr. Simon	Berzelius	Frerichs	Jacubowitsch	Lehmann
Wasser	991,22	992,9	994,10	995,16	994,06
Feste Stoffe	8,78	7,1	5,90	4,84	5,94
Speichelstoff	4,37	2,9	1,42	1,34	—
Schleim und Ephitel.	1,40	1,4	2,13	1,62	—
Fette	0,32	—	0,07	—	—
Rhodankalium	—	—	0,10	0,06	0,07
Wasserextract mit Salzen	2,45	—	—	—	—
Alkoholextract	—	0,9	—	—	—
Chloralkalimetalle	—	—	—	0,84	—
Phosphorsaures Natron	—	—	—	0,94	—
Schwefelsaures Natron	—	—	—	Spur	—
Kalk an organische Materie gebunden	—	—	—	0,03	—
Bittererde an organische Materie gebunden	—	—	—	0,01	—
Phosphorsaure Erden und Eisenoxyd	—	—	—	—	—
Gesammtmenge der Salze	—	1,9	2,19	1,82	—

B. Parotidenspeichel.

Bestandtheile für 1000 Theile	Mensch.		Hund.	Pferd.
	Mitscherlich	van Setten	Jacubowitsch	Lehmann
Wasser	984,50	983,8	995,3	992,92
Feste Stoffe	15,50	16,2	4,7	7,08
Ptyalin	5,25	—	} 1,4	1,40
Alkoholextract	1,00	—		0,98
Epithelien mit Salzen	0,05	—		1,24
Salze	—	—	3,3	—
Fettsaures Alkali	—	—	—	0,43

Ordenstein fand bei seinen Untersuchungen die Procentmengen der festen Stoffe des Parotidenspeichels des Menschen zwischen 5,02 bis bis 6,16 schwankend, da aber das specifische Gewicht dieses Speichels

1,0031 bis 1,0041 gefunden wurde, während Mitscherlich es bei einer viermal geringeren Menge an festen Stoffen = 1,006 bis 1,008, und Jacubowitsch bei einem mehr wie zehnmal geringeren Gehalte = 1,004 fand, so scheint hier ein Irrthum obzuwalten.

C. Submaxillar- und Sublingualspeichel.

Bestandtheile für 1000 Theile	Submaxillar-Speichel Hund. Jacubowitsch I.	II.	Eckhard n. Reizung des Sympathicus	n. Reizung des Trigeminus	Sublingual-speichel. Bidder u. Schmidt
Wasser	991,45	996,04	973,0	987,0	900,2
Feste Stoffe	8,55	3,96	27,0	13,0	99,8
Organische Materie	2,89	1,51			
Lösliche Salze	4,50	2,45			
Phosphorsaure Erden	1,16				

Aus allen diesen Analysen muss gefolgert werden, dass der Speichel im Allgemeinen sehr arm an festen Stoffen ist, und zu den wasserreichsten Secreten zählt.

Zusammensetzungs-Schwankungen des Speichels unter physiologischen Bedingungen.

Einfluss physiologischer Bedingungen.

Die namentlich von C. Ludwig und seinen Schülern Becher und Setschenow über den Einfluss gewisser physiologischer Bedingungen auf die chemische Zusammensetzung des Speichels angestellten Versuche beziehen sich zunächst nur auf den Gehalt des Speichels an Wasser, festen Stoffen und gewissen Salzen. Diese Versuche, sowie andere von Adrian, Eckhard und Cl. Bernard angestellte, haben ergeben:

Es nimmt der Gehalt an festen Stoffen ab 1) mit der Dauer der Speichelsecretion. Hierbei sind es vorzugsweise die organischen Stoffe, welche die Verminderung erleiden; diese werden in einer langen Speichelungszeit bis zur Hälfte oder bis zum Viertel des ursprünglichen Gehaltes herabgedrückt, während der Salzgehalt sich entweder gar nicht, oder nur wenig ändert; 2) nach Einleitung der Secretion durch Reizung des N. Trigeminus (Eckhard, Adrian, Bernard); 3) bei durch Geschmacksreflexe eingeleiteter Secretion (Bernard).

Der Gehalt an festen Stoffen ist vermehrt: 1) im Anfange einer Speichelungsperiode; 2) bei durch Reizung des Sympathicus eingeleiteter Speichelsecretion.

Der Salzgehalt des Speichels vermehrt sich um ein Geringes bei bedeutender Steigerung des Kochsalzgehaltes des Blutes.

Dagegen erleidet merkwürdigerweise die Zusammensetzung des Speichels keine Veränderungen durch eine beträchtliche Vermehrung des Wassers des Blutes, welche man durch Injection von Wasser in die Venen erzeugt hat (Becher, Ludwig).

Unabhängig ist ferner die Zusammensetzung des Speichels von der Absonderungsgeschwindigkeit; der in der späteren Zeit der Speichelungsperiode gewonnene Speichel ist immer ärmer an festen Stoffen, als der früher abgesonderte, gleichgültig ob der eine oder der andere rasch oder langsam, also bei grösserer oder geringerer Nervenerregung abgesondert wurde (Ludwig, Setschenow).

Die Angaben von Donders und Wright, dass der nach dem Fressen der Thiere gewonnene Speichel reicher an festen Stoffen sei, wie der von nüchternen Thieren secernirte, müssen ebenfalls noch erwähnt werden.

Quantitative Zusammensetzung der Speichelasche.

Ueber die quantitativen Verhältnisse der Speichelasche besitzen wir eine einzige Untersuchung. Dieselbe, von Enderlin angestellt, bezieht sich auf den gemischten Speichel verschiedener Personen, der vermengt der Analyse unterworfen wurde; auch war die Methode der Einäscherung noch die ältere fehlerhafte, durch welche namentlich leicht ein Verlust an Chlormetallen herbeigeführt werden konnte, lauter Umstände, durch welche der Werth der unten folgenden Zahlen wesentlich beeinträchtigt wird.

Zusammensetzung der Speichelasche.

Enderlin fand in 100 Theilen der Speichelasche:

A. In Wasser lösliche Bestandtheile.

Dreibas. phosphorsaures Natron . .	28,122	92,367.
Chlornatrium und Chlorkalium . .	61,930	
Schwefelsaures Natron	2,315	

B. In Wasser unlösliche Bestandtheile.

Phosphorsaure Kalkerde, Phosphorsaure Bittererde, Phosphorsaures Eisenoxyd . . .	5,509	5,509.

Zusammensetzungsverschiedenheiten des Speichels unter pathologischen Verhältnissen.

Unsere Kenntnisse von den pathologischen Veränderungen des Speichels beschränken sich auf den Nachweis einiger abnormer Speichelbestandtheile bei an gewissen Krankheiten Leidenden, wobei es aber durch diesen Nachweis nicht im Geringsten entschieden ist, ob diese abnormen Speichelbestandtheile für die betreffenden Krankheiten von diagnostischer Bedeutung sind. Die nach dieser Richtung ermittelten Thatsachen sind folgende:

Speichel unter pathologischen Verhältnissen.

Es wurden gefunden:

Im sauren Speichel bei Diabetus mellites: Milchsäure.

Im Speichel bei Leberkrankheiten: Gallenfarbstoff.

Im Speichel eines an Brightischer Krankheit Leidenden: Harnstoff (seither öfter im normalen Speichel nachgewiesen).

Im Speichel einer salivirenden Hysterischen: Leucin.

Sauer reagirender Speichel wurde beobachtet bei: entzündlichen Reizungen der ersten Wege, Pleuritis, Encephalitis, Rheumatismus acutus, Febris intermittens, Krebsdyscrasie, Scrophulosis, Phtisis, Rhachitis, Dyspepsie, rundem Magengeschwüre, Diabetes.

Im Anfang der Mercurialsalivation enthält der Speichel viel Schleim beigemischt, reagirt alkalisch und ist reicher an festen Bestandtheilen, wie der normale Speichel, enthält viel Fett und selten Rhodankalium; später wird der Speichel weniger trüb, dünnflüssiger, wird reich an Speichelkörperchen, enthält Rhodankalium und Quecksilber.

Supponirte deletäre Wirkungen des Speichels in Krankheiten.

Auch deletäre Wirkungen hat man dem Speichel zugeschrieben, welche derselbe in bestimmten krankhaften Zuständen annehmen soll. So bei heftigen Gemüthsaffecten, bei welchen er eine giftige Wirkung entfalten soll (!), bei der Hundswuth, bei welcher der Speichel als Träger des Giftes angesehen wurde. Wright injicirte Hunden menschlichen Speichel, und sah darauf Würgen und Erbrechen eintreten, bei Injection in die Venen wollte er gar die Erscheinungen der Hydrophobie beobachten. Jacobowitsch, Bidder und Schmidt wiederholten alle diese Experimente, aber mit negativem Erfolge. Die Bedeutung des Speichels bei der Hundswuth ist ebenfalls noch nicht wissenschaftlich erwiesen. Bruce, Harris und Hartwig versuchten vergebens, durch Einimpfung des Geifers toller Hunde, oder durch Zumischung desselben zu Speisen die Krankheit auf andere Thiere zu übertragen.

Zu den pathologischen Verhältnissen des Speichels gehören ausserdem noch die

Speichelsteine.

Speichelsteine. Der Speichel enthält unter seinen normalen Bestandtheilen gewisse Stoffe, die zur Bildung unlöslicher Niederschläge Veranlassung geben können. Phosphorsaure Erden und lösliche Kalksalze, die in kohlensauren Kalk übergehen können. Tritt eine abnorme Vermehrung derselben ein, so schlagen sie sich nieder, und werden entweder von dem abfliessenden Speichel in dem Maasse, wie sie sich bilden, hinweggeführt, oder sie häufen sich an, vereinigen sich zu grösseren Massen und bilden Concretionen.

Speichelsteine bilden sich dann, wenn jener Niederschlag bereits innerhalb der Speicheldrüsen erfolgt, und sich zu so grossen Massen verkittet, dass sie das Lumen der Ausführungsgänge übertreffen, und nicht mehr ausgeleert werden können. Die so gebildeten Speichelsteine wachsen weiter, indem sie sich durch Juxtaposition vergrössern, und können eine beträchtliche Grösse erreichen. Gewöhnlich sind sie rund oder länglich

von schmutzig-weisser Farbe, und bestehen aus concentrischen Lagen von deutlicher Schichtung; zuweilen fehlt aber die Schichtung. Ihre Consistenz ist sehr verschieden. Ihre Hauptbestandtheile sind kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, durch thierische Materie verkittet, wie nachstehende Analysen zeigen.

Bestandtheile für 100 Theile	Wright.			Bibra.	Lecanu.	Besson.	Golding Bird.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Kohlensaurer Kalk	81,3	79,4	80,7	13,9	20	15	2
Phosphorsaurer Kalk . . .	4,1	5,0	4,2	38,2	75	55	75
Phosphorsaure Bittererde .	—	—	—	5,1	—	1	—
In Wasser lösliche Salze .	6,2	4,8	5,1	38,1	—	—	—
Thierische Materie.	7,1	8,5	8,3		5	25	23
Wasser und Verlust	1,3	2,3	1,7	6,3	—	2	—

In den Speichelsteinen von Ochsen und Pferden fand Schulze 83 bis 91 Proc. kohlensauren Kalk.

Erfolgt der Niederschlag nicht in den Speicheldrüsen, sondern erst in der Mundhöhle, so kann er sich an die Zähne anlegen, und bildet dann den sogenannten Weinstein der Zähne. Wahrscheinlich aber tragen zur Bildung dieses sogenannten Weinsteins nicht allein die Speicheldrüsen, sondern auch die übrigen kleinen Drüsen der Mundhöhle bei. Der Weinstein der Zähne ist ähnlich zusammengesetzt wie die Speichelsteine.

Bildung des Speichels (Speichelbereitung).

Speichelbereitung.

Für die Annahme, dass der Speichel kein einfaches Transsudat, sondern ein Product der Wechselwirkung des Blutes und der Speicheldrüsen sei, sprechen dieselben Gründe, welche für die Eigenthümlichkeit anderer Secrete geltend gemacht werden. Man hat im Blute bisher weder Mucin, noch Rhodankalium nachzuweisen vermocht, und anderseits enthält der Speichel nur Spuren von Albuminaten. Auch die eigenthümlichen Verbindungen des Kalks mit organischen Stoffen, welche im Speichel vorkommen, scheinen im Blute zu fehlen, so dass demnach die transsudirte Blutflüssigkeit, um in Speichel überzugehen, in den Drüsenräumen wesentliche chemische Veränderungen erleiden muss. Ueber das Zustandekommen dieser Veränderungen, und über den Antheil, welchen an selben die Drüse hat, befinden wir uns vollständig im Dunkel. Das Mucin wäre nach der auf Versuche sich stützenden Ansicht von Donders das Product der Auflösung der Epithelialzellenwandungen der Drüsenbläschen in dem alkalisch-reagirenden Speichel; für die übrigens auch sonst ge-

nügend constatirte Verwandtschaft des Epithelialgewebes und Schleimstoffs wird auch die von Städeler beobachtete Thatsache angeführt, dass Epithelien und Schleimstoff bei der Zersetzung mit verdünnter Schwefelsäure beide viel, und zwar annähernd gleich viel Tyrosin geben. Dagegen wird aber der Deutung von Donders der gewichtige Einwand gemacht, dass der Parotidenspeichel kein Mucin enthält, obgleich die Wandung der Epithelialzellen der Parotis chemisch nicht verschieden ist von der Wandung anderer Epithelialzellen, und obgleich auch der Parotidenspeichel alkalisch reagirt. Ueber die Bildung und Bedeutung des Rhodankaliums wissen wir gar nichts.

Versuche von Becher und Ludwig haben ergeben, dass der Uebertritt der Blutflüssigkeit aus den Capillaren in die Drüsenräume durch die Nerven angeregt wird, und dass diese letzteren auch eine Veränderung der Drüsensubstanz bewirken, in Folge deren dieselbe eine Flüssigkeitsströmung zu bewerkstelligen vermag. Es ergiebt sich diess daraus, weil bei anhaltender Nervenerregung aus den Ausführungsgängen in ununterbrochenem Strome ein den Drüsenraum weit übertreffendes Speichelvolumen ausfliesst, und ferner weil der Druck, unter dem die Flüssigkeit in die Drüse geliefert wird, meist oft viel höher ist, als derjenige, welcher zu gleicher Zeit in der Carotis stattfindet. Ludwig bemerkt mit Recht, dass zu diesem demnach vom Blutdruck mehr oder weniger unabhängigen Vorgange die chemischen Umsetzungen in näherer Beziehung stehen mögen, welche in der Drüse bei der Speichelbereitung stattfinden, und die sich auch durch eine gesteigerte Wärmebildung (die Temperatur des aus der Submaxillardrüse fliessenden Speichels wurde um 1,5 ^{0} C. höher befunden, wie jene des Blutes der anderseitigen Carotis, Ludwig, Spiess) zu erkennen giebt. Die chemischen Umsetzungen in der Drüse werden ausserdem begünstigt durch die Beschleunigung des Blutstroms, der ebenfalls gleichzeitig mit der Speichelabsonderung eingeleitet wird.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung.

Ueber die physiologische Bedeutung des Speichels sind die Physiologen noch sehr wenig einig. Während die Einen die Rolle des Speichels bei der Verdauung als eine sehr hervorragende bezeichnen, sprechen ihm die Anderen alle und jede physiologische Bedeutung ab, und sehen in ihm nichts weiter wie ein Anfeuchtungsmittel.

Es liegt nahe, die Eigenschaft des Speichels, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, für die physiologische Function desselben zu verwerthen, und anzunehmen, dass dem Speichel die Function zukomme, die Amylacea der Nahrungsmittel aufzuschliessen, d. h. in Dextrin und Traubenzucker zu verwandeln; allein demungeachtet wird diese Ansicht von einzelnen Physiologen, namentlich von Cl. Bernard mit Entschiedenheit bekämpft, indem er die Behauptung aufstellt, dass das zuckerbildende Vermögen dem frischen Speichel gar nicht zukomme, er dasselbe vielmehr erst

an der Luft erlange, also unter Umständen, unter welchen auch andere thierische Stoffe und Secrete zu Fermenten werden. Auch hat man darauf hingewiesen, dass die Natur im Bauchspeichel und Darmsaft viel kräftigere Mittel geschaffen habe, um im Darme Stärkmehl in Zucker zu verwandeln.

Dass der gemischte Speichel gekochtes Stärkmehl sehr rasch schon nach wenigen Minuten in Zucker verwandelt, ist genugsam erhärtet, und da im Munde immer gemischter Speichel vorhanden, und die Temperatur der Mundhöhle ebenfalls eine der Umwandlung günstige ist, so kann um so weniger bezweifelt werden, dass der Aufenthalt in der Mundhöhle, wie er z. B. zum Zerkauen des Brodes erforderlich ist, hinreichend sei, um die Zuckerbildung einzuleiten, als diess von Lehmann und Schröder direct nachgewiesen wurde. Die in der letzten Zeit über die zuckerbildende Kraft des Speichels angestellten Versuche von Vintschgau können das Gegentheil beweisen, weil der zu den Versuchen dienende Speichel vorher, während der Filtration, mehrere Stunden lang der Luft ausgesetzt war.

Im Uebrigen wirkt der Speichel als Lösungsmittel für alle in Wasser lösliche Substanzen, die mit der Nahrung in die Mundhöhle gelangen, und mechanisch dadurch, dass er die Nahrungsbissen durchfeuchtet, schlüpfrig macht, und so die Deglutition erleichtert. Durch seine schaumige Beschaffenheit vermag der Speichel endlich atmosphärische Luft dem Magen und Darmcanal zuzuführen (Liebig).

Zur vergleichenden Chemie des Speichels.

Zur vergleichenden Chemie des Speichels. In dem Speicheldrüsensecrete von Dolium Galea Lam., einer der grössten Schnecken Siciliens, welches eine farblose, wasserhelle, stark sauer schmeckende und die Zähne stumpf machende Flüssigkeit darstellte, die in Berührung mit kohlensaurem Kalk heftig brauste, haben Bödeker und Troschel merkwürdigerweise 0,4 Proc. freie Salzsäure, — 2,6 Proc. Schwefelsäurehydrat, — 1,4 Proc. schwefelsaure Salze, — 1,6 Proc. Magnesia, Kali, Natron, etwas Ammoniak, Kalk nebst organischer Substanz, und 93,8 Proc. Wasser gefunden. Das Thier, welches diesen Speichel mit grosser Gewalt zu ejaculiren vermag, scheint sich desselben als Waffe gegen seine Feinde zu bedienen.

Literatur.

Literatur zur Chemie des Speichels: Tiedemann u. Gmelin: Die Verdauung nach Versuchen, 1816. I. S. 10. — Donné: Histoire phys. et path. de la salive. Paris 1836. — C. G. Mitscherlich: Pogg. Annal. XXVII, 320. — van Setten: de saliva Dissertat. Groning. 1837. — Wright: on the physiology and pathology of the saliva. 1842. — Frerichs: Im Handwörterb. der Physiol. III, 758. Artikel: Speichel. — Tilanus: De saliva et muco Dissertat. Amstelod. 1849. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte und Stoffwechsel. Mitau 1852; — Jacubowitsch de saliva Dissert. Dorpati 1853. — Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858. 13. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II, S. 338, 623. Cl. Bérnard: Leçons de physiol. experiment. 1856; — Derselbe: Leçons sur les propriétés physiol. et les altérat. pathol. de liquides de l'organisme. 1859. — Pettenkofer: Buchner's Repert. N. F. Bd. XVI, 834. — Nicklés: Compt. rend.

XLIII, 855. — Berzelius: Lehrb. d. Chem. 4te Aufl. IX, 218. — Mialhe: Compt. rend. XX, 954. — Moleschott: Physiol. der Nahrungsmittel. 2te Aufl. 1859. — Frerichs u. Städeler: Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Zürich. Bd. IV. — Kölliker u. H. Müller: Verhandl. d. physikal. med. Gesellsch. in Würzburg. Bd. V, 213. — Longet: Compt. rend. XLII, 480. — Picard: Thése. Strasbourg 1856. Ordenstein: Beitr. zur Anat. u. Physiol. v. Eckhard. Bd. II. S. 101. — C. Eckhard: Ebendaselbst 205. — C. Ebstein: De mutationibus microscop. cocti crudique amyli fluido oris tractati. Dissert. Berolini 1859. — di Vintschgau: Atti del instituto veneto di scienze, lettere ed arti. Ser. 3. Vol. IV. — Bödeker u. Troschel: Pharm. Centrbl. 1854. 771. — Hartwig: Beitrag zur näheren Kenntniss der Wuthkrankheit. Berlin 1829.

VIII. Chemie des Magensaftes.

Begriffsbestimmung.

Der Magensaft im gewöhnlichen Sinne ist ein Gemenge verschiedenartiger Secrete: des in den Magen gelangenden Speichels, des von den Schleimdrüsen der Magenschleimhaut secernirten Schleims, und des Secretes der sogenannten Labdrüsen. Der eigenthümliche Typus wird dem Magensaft durch das letztere Secret aufgedrückt; je nachdem aber die beiden anderen Secrete vorwiegen, kann dieser Typus mehr und mehr verwischt werden. So ist festgestellt, dass nach längerer Entbehrung von Nahrung, beim Menschen jedesmal nach dem Erwachen aus dem Schlafe, der Magen eine stark schleimhaltige alkalisch reagirende Flüssigkeit enthält, während nach dem Genuss von Speisen oder bei Reizung durch feste Körper überhaupt eine saure Flüssigkeit secernirt wird.

Unter Magensaft im engeren Sinne versteht man immer nur letztere Flüssigkeit, und von dieser wird auch in Folgendem zunächst nur die Rede sein.

Seinen wesentlichen Bestandtheilen nach ist der Magensaft das Secret der vorzüglich an der grossen Curvatur gürtelförmig ausgebreiteten Labdrüsen, während, wie bereits oben bemerkt, ihm immer noch Speichel und Schleim beigemengt sind. Im sauren Magensaft überwiegt aber das Secret der Labzellen.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Klare oder wenig getrübte farblose Flüssigkeit von säuerlich salzigem Geschmack und eigenthümlich säuerlichem Geruch. Das specifische Gewicht des Magensaftes unterliegt bedeutenden Schwankungen, die sich innerhalb 1,001 bis 1,010 bewegen. Ihm eigenthümliche Formelemente enthält der Magensaft nicht; ausser wenigen Labzellen und ihren Kernen enthält er aber als zufällige Formbestandtheile Schleimkörperchen, aufgequollene und halb zerstörte Cylinderepithelien, und Molekularkörnchen.

Chemische Bestandtheile des Magensaftes.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des gemischten Magensaftes sind die des Speichels, des Schleims und des Labdrüsensecretes. Letztere aber

sind weder, wie es scheint, alle constant, noch genügend studirt, so dass durch diese Umstände die Darstellung der chemischen Verhältnisse des Magensaftes nothwendigerweise eine schwankende und vielfach bedingte werden muss.

Ausser Wasser, welches über 98 Proc. des Secretes ausmacht, und dem Schleimstoff, der von dem Schleim der Magendrüsen stammt, wurden in dem möglichst speichelfreien Magensafte nachgewiesen: Organische extractive Materien, von denen der in Wasser lösliche Theil: das sogenannte Pepsin, ein eigentliches Verdauungsferment darstellt; Fett in Spuren; anorganische Stoffe: hauptsächlich Chlornatrium, dann aber auch Chlorkalium, Chlorammonium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, nebst Spuren von Eisenchlorür. Phosphorsaure Erden sind nur in geringer Menge im Magensafte vorhanden, während phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien darin ganz zu fehlen scheinen.

Im Magensafte nach dem Genusse von Nahrungsstoffen oder nach Reizung durch feste Stoffe finden sich constant freie Säuren. Ueber die Natur der freien Säure des Magensaftes hat man viel und vergeblich gestritten, da jetzt als constatirt zu betrachten ist, dass allerdings eine Säure ziemlich constant im Magensafte vorkommt, aber nur unter bestimmten Bedingungen, während auch andere freie Säuren im Magensafte vorkommen können.

Diese freien Säuren sind: Salzsäure, Milchsäure, Buttersäure und Essigsäure.

Im Magensafte, welcher gewonnen wird, nachdem kurze Zeit vorher Speisen genossen wurden, pflegt die Salzsäure als freie Salzsäure gänzlich zu fehlen, während die Milchsäure im Magensafte fleischfressender Thiere gewöhnlich fehlen soll.

Wenn man berücksichtigt, dass der Magen der Sitz einer tiefgreifenden Umsetzung der eingeführten Speisen ist, und hier eine wichtige Phase der Verdauung sich vollzieht, so drängt sich von selbst die Frage auf, ob die im Magensafte sich findenden freien Säuren dem Labdrüsensecrete als solchem zukommen, oder ob sie Producte der Verdauung oder der Umsetzungen der Nahrungsstoffe im Magen sind. Bezüglich der Salzsäure kann diese Frage als erledigt betrachtet werden. Freie Salzsäure findet sich nach den übereinstimmenden Beobachtungen der zuverlässigsten Forscher (Gmelin, Prout, C. Schmidt) gerade in dem Safte, der aus dem seit vielen Stunden nüchternen Magen durch mechanische Reizung gewonnen wird; da nun überdiess in der weiter unten zu schildernden künstlichen Verdauungsflüssigkeit Salzsäure ein sehr wesentlicher Bestandtheil ist, so kann es nicht bezweifelt werden, dass die Salzsäure nicht etwa erst im Magen selbst durch Zersetzung von Chlormetallen entsteht, sondern dass sie dem Labdrüsensecrete als solchem eigenthümlich ist. Wird dagegen der Magensaft aus dem gefüllten Magen gewonnen, so ist immer Milchsäure und zuweilen Buttersäure vorhanden, während freie Salz-

säure gänzlich fehlt, oder nur in Spuren vorhanden ist (Lehmann, Schmidt, Heintz, Bernard und Barreswil, Smith). Dass in diesem Falle die Buttersäure ihren Ursprung den Umsetzungen des Mageninhalts verdankt, erscheint mindestens sehr wahrscheinlich, und es fehlt an allen Anhaltspunkten für die Annahme einer anderweitigen Bildung; bezüglich der Milchsäure aber sind die Verhältnisse noch keineswegs so vollständig aufgeklärt, dass man über die Bedeutung derselben ein bestimmtes Urtheil fällen könnte, ja es fehlt sogar nicht an offenbaren Widersprüchen, denn ein solcher ist es jedenfalls, wenn man einerseits gefunden haben will, dass der Magensaft nach Fütterung mit Knochen, Amylaceis oder mit Fleisch keine freie Salzsäure enthält, wohl aber Milchsäure, während man anderseits angiebt, die Milchsäure fehle im Magensafte fleischfressender Thiere. Der Annahme, dass die in den Labdrüsen gebildete freie Säure unter Umständen Milchsäure sein könnte, steht an und für sich nichts im Wege, allein sie erscheint wenig wahrscheinlich, weil nicht einzusehen ist, warum die von den Labdrüsen secernirte Säure wechseln sollte; wahrscheinlich ist es vielmehr, dass der Unterschied der Säure des gefüllten und nüchternen Magens daher kommt, weil ursprünglich zwar immer nur freie Salzsäure abgesondert wird, aber diese durch gewisse Salze des Mageninhalts nach Nahrungsaufnahme neutralisirt werden kann, indem dafür andere Säuren in Freiheit gesetzt werden. Finden sich im Mageninhalte buttersaure oder milchsaure Salze, so müssen diese durch die freie Salzsäure in Chlormetalle und freie Butter- und Milchsäure umgesetzt werden. Da nun nach dem Genusse von Fleisch und Amylaceis im Magen milchsaure Salze nothwendig vorkommen müssen, so hat das Auftreten freier Milchsäure im Mageninhalte nach derartiger Nahrung nichts Unerklärbares. Seitdem man weiss, dass die Knorpelsubstanz unter gewissen Voraussetzungen bei ihrer Zersetzung Zucker liefern kann, kann endlich gegen die obige Erklärung die Thatsache, dass sich auch nach der Fütterung mit entfetteten Knochen Milchsäure im Magensafte vorfindet, nicht mehr als Gegengrund angeführt werden.

Als theils abnorme, theils zufällige Bestandtheile des Magensaftes sind anzusehen:

Abnorme und zufällige Bestandtheile.

Gallenfarbstoff und Gallensäuren; sie sollen sich im Magensafte gesunder Menschen und eben getödteter Thiere sehr häufig finden (Lehmann, Grünewaldt). — Harnstoff bei Urämie und nach der Nephrotomie. Bei Hunden fanden Cl. Bernard und Barreswil nach Exstirpation der Nieren im Anfang der Harnretention keinen Harnstoff, wohl aber viel Salmiak (entstanden aus kohlensaurem Ammoniak und der freien Salzsäure des Magensaftes). — Kohlensaures Ammoniak bei Urämie und nach ausgeführter Nephrotomie (Stannius). — Sarcina ventriculi Goodsir (meist bei Magenkrankheiten).

Von in das Blut injicirten fremdartigen Stoffen gehen nach den bisherigen Beobachtungen Jodkalium, Rhodankalium, Eisensalze, Blutlaugensalz und Zucker (Cl. Bernard) in den Magensaft über.

Die bisher gemachten Angaben über die normalen chemischen Bestandtheile des Magensaftes beziehen sich auf Secrete, bei denen durch die Art und Weise der Gewinnung die Beimengung dem Labdrüsensecrete als solchem fremdartiger Stoffe, namentlich des Speichels und Schleims, nach Thunlichkeit ausgeschlossen war. Gewöhnlich erzielte man diess auf die Weise, dass man bei Thieren Magenfisteln anlegte, und durch diese den Inhalt des Magens hungernder Thiere entleerte, nachdem man vorher von der Fistelöffnung aus den Magen mit Wasser ausgespült hatte. Um den Speichel zu eliminiren, legte man wohl auch (Bardeleben) neben der Magenfistel noch eine Speiseröhrenfistel an, durch welche der verschlungene Speichel nach aussen abfloss, oder man unterband die Ausführungsgänge der wesentlichen Speicheldrüsen (Bidder und Schmidt). Beim Menschen benutzte man die seltenen Fälle, wo Magenfisteln vorkommen (Beaumont, Smith, Schmidt). Es muss aber hervorgehoben werden, dass man auf diese Weise zwar Secrete erhält, in welchen das Labdrüsensecret vorwiegt, keineswegs aber hoffen darf, reines Labdrüsensecret unter den Händen zu haben.

Unter jenen Bedingungen, unter welchen die Secretion der eigentlichen Labdrüsen cessirt, findet man den leeren Magen mit einer neutralen oder alkalischen Schleimschicht überzogen. Dieser Schleim stammt grösstentheils aus den cylindrischen Zellen der Magenschleimhaut und von den Schleimdrüsen des Magens. Seine chemischen Bestandtheile weichen, so weit er bisher untersucht werden konnte, von denen der Secrete anderer Schleimhäute nicht ab.

Etwas Schleim ist dem Magensafte aber, auch wenn er auf obige Weise gewonnen wurde, immer beigemischt, und von ihm stammt natürlich das Mucin, welches unter seinen Bestandtheilen nachgewiesen wurde. Eliminiren wir daher alle jene Bestandtheile, die möglicherweise und mindestens zum Theil dem Schleim und Speichel angehören, so haben wir als charakteristische und mit seiner physiologischen Function in nächster Verbindung stehende Bestandtheile desselben:

a) einen organischen in Wasser löslichen Extractivstoff: Pepsin, das wirkliche Verdauungsferment, welches unter Mitwirkung freier Säuren feste und geronnene Albuminate und Albuminoide mehr oder minder rasch löst;

b) einen grossen Reichthum an Chormetallen, worunter Chlorammonium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Eisenchlorür;

c) freie Säuren, und zwar Salzsäure oder Milchsäure, oder beide zugleich.

Allgemeines chemisches Verhalten des Magensaftes.

Die Reaction des wahren auf obige Weise gewonnenen Magensaftes ist immer entschieden sauer; alkalische Reaction, wo sie sich findet, ist von dem Magensafte als solchem nicht zukommenden Bedingungen ab- *Allgemeines chemisches Verhalten.*

hängig: von absolut oder relativ gesteigerter Schleimabsonderung, ungewöhnlichen Mengen hinabgeschluckten und nicht eliminirten Speichels u. s. w.

Durch Siedhitze wird der Magensaft nicht getrübt; Ferrocyankalium erzeugt darin keine Trübung, ebensowenig erzeugen schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenchlorid und Alaun Fällungen. Auch concentrirte Mineralsäuren bewirken keine Trübung, dagegen kohlensaure Alkalien einen leichten Niederschlag, welcher hauptsächlich aus Kalksalzen besteht, die etwas organische Substanz mit sich niedergerissen haben. Quecksilberchlorid erzeugt einen Niederschlag, in welchem ein Theil des Verdauungsferments: des Pepsins, enthalten ist. Salpetersaures Silberoxyd erzeugt einen reichlichen Niederchlag von Chlorsilber, der aber immer auch organische Materie enthält. Auf Zusatz von löslichen Bleisalzen bilden sich Niederschläge von Chlorblei, mit welchen der grössere Theil des Verdauungsfermentes niederfällt. Durch Auswaschen des Niederschlages lässt es sich aber demselben grösstentheils wieder entziehen. Alkohol erzeugt einen Niederschlag, welcher sich in Wasser allmählich wieder löst, und nach Zusatz einiger Tropfen Salzsäure kräftig verdauend wirkt.

Wird Magensaft abgedampft, so entweicht mit dem Wasser auch Salzsäure; der Rückstand zeigt zahlreiche Kochsalzkrystalle, die in eine syrupartige, gewöhnlich milchsaures Natron enthaltende Masse eingebettet sind.

Lösungsvermögen des Magensaftes für verschiedene Stoffe.

Vollkommen speichelfreier Magensaft, der freie Säure enthält, hat weder auf Amylum noch auf Zucker eine umsetzende Wirkung. Stumpft man dagegen die freie Säure ab, so verwandelt er bei Körperwärme den Zucker in Milchsäure. Rohrzucker verwandelt er weder vor noch nach der Neutralisation in Traubenzucker. Nach Hoppe's Erfahrungen verhindern nicht zu geringe Mengen Magensafts die Milchsäuregährung des Milchzuckers; er bleibt darin längere Zeit unverändert. Albuminate, so namentlich auch geronnenes Albumin, werden davon gelöst und in Peptone und ihre Modificationen verwandelt (Metapeptone, Parapeptone, Dyspeptone. Meissner). Versuche an Thieren und Menschen gaben das übereinstimmende Resultat, dass ein saurer Magensaft um so reichlicher Albuminate bei Körperwärme löst, je saurer (bis zu einem gewissen Grade) er ist. Wird die Säure abgestumpft, so büsst der Magensaft des Hundes, und wie es scheint, auch der des Menschen sein Vermögen ein, auflösend auf Albuminate zu wirken. Unter den gelösten Albuminaten zeigt der Käsestoff ein eigenthümliches Verhalten. Er wird vom Magensaft zuerst coagulirt, und dann allmählich, aber langsamer als die übrigen Albuminate, in Peptone verwandelt. Glutin, Chondrin und leimgebende Gewebe werden durch den Magensaft in Stoffe umgewandelt, die sich den Peptonen der Albuminate vollkommen analog verhalten. Bereits gebildeter Leim wird leichter aufgelöst wie Bindegewebe, dieses leichter wie Sehnen oder Knorpel. Gegen Fette verhält sich der saure Magensaft

ebenso wie gegen Kohlehydrate, vollkommen indifferent. Wenn letztere eine Veränderung erleiden, so rührt diess von einer Beimischung von Speichel her.

Das Verdauungsvermögen des Magensafts wird aufgehoben durch Kochen, durch Sättigen der freien Säure mit Alkalien, oder mit phosphorsaurem Kalk, durch schweflige und arsenige Säure, Gerbsäure, Alaun und die meisten Metallsalze, endlich durch Galle (Hübbenet); gehemmt durch Alkalisalze, Sättigung des Magensafts mit Peptonen oder anderen organischen Substanzen, Gegenwart zu viel freier Säure, und reichliche Beimengung von Speichel.

Versuche, das Verdauungsferment zu isoliren.

Versuche, das Verdauungsferment zu isoliren. Um das Pepsin rein zu erhalten, reinigte Wasmann Labdrüsenhaut von Schweinsmagen durch mehrstündige Digestion mit Wasser von 30 bis 35° C. und extrahirte sie hierauf mit kaltem Wasser so lange, bis sich ein fauliger Geruch wahrnehmbar machte. Die wässerigen Auszüge gemischt und filtrirt, wurden mit Bleizucker gefällt, der Niederschlag gut ausgewaschen, in Wasser vertheilt, und durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt. Die vom gebildeten Schwefelblei abfiltrirte klare, farblose Flüssigkeit bei 35° C. eingedampft, hinterliess einen syrupartigen Rückstand, aus welchem Alkohol eine flockige Substanz: Wasmann's Pepsin, fällte. Mit Alkohol gewaschen und an der Luft ohne Erwärmung getrocknet, stellt es eine gelbe gummiartige Masse dar, die in Wasser löslich ist, und sich in Salzsäure beim Erwärmen mit violetter Farbe auflöst. Durch Metallsalze wird es aus seinen Lösungen niedergeschlagen, die Niederschläge sind aber in einem Ueberschuss des Fällungsmittels, sowie in Essigsäure theilweise, in Salzsäure vollständig auflöslich. Das so dargestellte Pepsin, wenn es nicht bei höherer Temperatur getrocknet wurde, besitzt verdauende Kräfte, ist aber keine chemisch-reine Substanz, denn sie enthält von der Bereitung her Essigsäure, und hinterlässt eine aus kohlensauren Salzen, phosphorsaurem Kalk, Natron und Spuren von Eisenoxyd bestehende Asche.

Wasmann's Pepsin.

Frerichs stellte das Verdauungsferment dar, indem er dem natürlichen Magensafte wenig Alkohol zusetzte, wobei neben einer geringen Menge von Pepsin der grösste Theil der Peptone in Lösung bleibt. Das erhaltene schwefel- und stickstoffhaltige Präcipitat löste sich ziemlich leicht in Wasser, wurde aus der Lösung durch Quecksilberchlorid, Zinnchlorür, Bleiessig und Gerbsäure gefällt, unvollständig aber durch Bleizucker. Beim Kochen blieb es klar, und hatte bei Gegenwart verdünnter Salzsäure oder Milchsäure stark verdauende Eigenschaften. Durch Kochen, absoluten Alkohol, Neutralisation mit Alkalien werden dieselben aufgehoben. Dieses so dargestellte Verdauungsferment geht in alkalischer Lösung leicht in Fäulniss über, ist in neutraler zur Schimmelbildung geneigt, hält sich aber angesäuert lange Zeit unzersetzt.

Frerichs's Pepsin.

C. Schmidt's Pepsin.

C. Schmidt erhielt ein kalkhaltiges Verdauungsferment, indem er Magensaft mit Kalkwasser neutralisirte, das Filtrat zur Syrupsconsistenz verdunstete, und den Rückstand mit absolutem Alkohol fällte. Der Niederschlag in Wasser gelöst wurde durch einen Ueberschuss von Quecksilberchlorid gefällt, und der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Das Filtrat gab abgedampft einen schwach gelblichen nicht hygroskopischen Rückstand: Schmidt's Pepsin. Dasselbe enthielt in 100 Theilen: Kohlenstoff 53,0 Proc., Wasserstoff 6,7 Proc., Stickstoff 17,8 Proc., Sauerstoff 22,5 Proc.

Alle diese Stoffe sind als chemisch-reine Substanzen nicht anzusehen, und nur insofern von physiologischem Interesse, als sie das wirksame Verdauungsferment in mehr oder weniger concentrirtem Zustande enthalten.

Künstliche Verdauungsflüssigkeit.

Künstliche Verdauungsflüssigkeit. Eberle hat zuerst gezeigt, dass Auszüge der Labdrüsen des Magens oder die Schleimhaut des Magens selbst, mit sehr geringen Mengen freier Salzsäure versetzt, das Vermögen besitzen, auch ausserhalb des Organismus bei der Temperatur des Körpers verdauende Wirkungen auf Albuminate, gekochtes und nicht gekochtes Eiweiss, Käsestoff, Fleisch u. dgl. auszuüben. Seither wurden derartige künstliche Verdauungsflüssigkeiten nach verschiedenen Methoden dargestellt: durch Auflösen des Wasmann'schen, Frerichs'schen oder C. Schmidt'schen Pepsins in Wasser und Hinzufügen geringer Mengen von Salzsäure oder Milchsäure, — Aufweichen des bei Luftwärme getrockneten Magens, nachdem er vorher in Stücke zerschnitten war, mit Wasser, — oder Extraction der frischen vorher gereinigten und in Stücke zerschnittenen labdrüsenhaltigen Magenschleimhaut; — Herausschneiden derjenigen Stellen der Magenschleimhaut, in welche die Labdrüsen eingebettet sind, und Ausspülen mit Wasser oder Extraction derselben mit Wasser; oder indem man dieselben unter Wasser zwischen Leinwand ausknetete (Schwann, Brücke).

Die auf eine oder die andere Weise erhaltenen Flüssigkeiten, welche das Verdauungsferment in Lösung enthalten, müssen vorher mit Salzsäure oder Milchsäure angesäuert werden, und stellen dann den sogenannten künstlichen Labsaft dar. Wenn Milchsäure statt Salzsäure angewendet wird, müssen den Versuchen Meissner's zufolge bei gleichem Pepsingehalt bedeutend grössere Mengen von Säure zugesetzt werden, um ein wirksames Präparat zu erhalten, etwa die zehnfache Menge, 1 bis 2 Proc.; auch hier ist dann aber die verdauende Kraft immer schwächer, wie bei der Anwendung der Salzsäure. Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure, Essigsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure sind ganz oder nahezu unwirksam, ebenso saurer phosphorsaurer Kalk (Meissner), von dem Blondlot behauptete, dass von ihm die saure Reaction des Magensaftes abhänge, — und zwar auch dann, wenn Chlorcalcium zugesetzt wird (Meissner). Die so erhaltenen Verdauungsflüssigkeiten werden

in eine Brütmaschine gebracht, deren Temperatur zwischen 28 bis 30⁰ R. erhalten wird, und hierauf mit den zu verdauenden Substanzen versetzt.

Ueber die Wirkungen derartiger künstlicher Verdauungsflüssigkeiten, sowie über die Lösungsverhältnisse derselben liegen zahlreiche Untersuchungen vor, die es ausser Zweifel setzen, dass die dabei stattfindenden Vorgänge mit dem im Magen selbst stattfindenden grösstentheils übereinstimmen, und daher für die Physiologie verwerthbar sind. Wir geben in Nachfolgendem die wichtigeren Resultate dieser Versuche.

Wirkungen der künstlichen Verdauungsflüssigkeit.

Keine Wirkung äussert die künstliche Verdauungsflüssigkeit: auf Horngewebe, stärkere elastische Membranen, Wachs mit seinen verschiedenen Varietäten, Fett, Pflanzenzellstoff und die holzige Verdickungsschicht der Pflanzenzellen.

Einfach lösend wirkt sie auf die in Wasser löslichen Kohlehydrate: Zuckerarten, Dextrin, Gummiarten, die Salze der Alkalien mit feuerbeständigen Säuren, und auf die phosphorsauren alkalischen Erden. Unter Austreibung der Säuren zersetzt sie die Salze mit schwachen und flüchtigen Säuren.

Chemisch umsetzend und zugleich lösend wirkt sie auf die in Wasser und verdünnten Säuren löslichen und auf die darin unlöslichen geronnenen Albuminate, und die davon derivirenden Albuminoide: Leim und leimgebende Stoffe. Die unlöslichen Albuminate werden mehr oder weniger rasch davon gelöst, die in alkalischer Lösung befindlichen, oder die Alkali gebunden haltenden (Casein) schlägt sie nieder, um sie dann wieder zu lösen. Die unlöslichen Leimstoffe verwandelt sie einfach in lösliche (Ludwig). Die gelösten Albuminate sind in der Lösung nicht mehr als solche enthalten, sie sind in Peptone verwandelt. Ueber das allgemeine chemische Verhalten dieser Peptone Lehmann's vergl. S. 153. In Bezug auf die bei der Umwandlung der Albuminate in Peptone stattfindenden Vorgänge widersprechen sich die Angaben der Physiologen, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigten, wenigstens theilweise.

Peptone Lehmann's, Meta-, Para- und Dyspeptone Meissner's.

Nach den Versuchen von Meissner zerfallen gekochtes und rohes Albumin und Muskelfibrin bei 40⁰ C. durch künstliche Verdauungsflüssigkeit in Pepton, Parapepton und Metapepton, und das Casein ausserdem noch in Dyspepton, und es bilden sich aus allen Albuminaten ausserdem noch Extractivstoffe. Para-, Meta- und Dyspepton sind ferner nach Meissner's Ansicht gerade so wie das Pepton Endproducte der Verdauung, d. h. es können die ersteren durch noch weiter fortgesetzte Digestion mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit nicht in Peptone umgewandelt werden, vielmehr soll jede Art von Albuminat ein quantitativ besonders zusammengesetztes Gemenge jener Stoffe geben. Nach Meissner's Versuchen gaben:

100 Theile Muskelfibrin		100 Theile Casein	
Pepton u. Metapepton . .	44,2	Pepton u. Metapepton . .	78
Parapepton	17	Parapepton	2
Extracte	38	Dyspepton	26

Da jedoch die Angabe Meissner's, die neben den eigentlichen Peptonen entstehenden Körper seien Endproducte der Verdauung, im Widerspruch steht mit den Erfahrungen von Brücke und Mulder, denen zufolge bei genügender Dauer der Digestion schliesslich Alles in eigentliche Peptone übergeht, so muss es zukünftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, diese Widersprüche zu lösen, da es geradezu unmöglich ist, ohne solche sich über diese widersprechenden Angaben ein bestimmtes Urtheil zu bilden. Zur Orientirung werden nachstehende Schilderungen der fraglichen Körper dienen.

Parapepton. Parapepton nennt Meissner den Niederschlag, der in der sauren opalisirenden Lösung der Albuminate durch künstliche Verdauungsflüssigkeit, durch Neutralisation der freien Säure entsteht. Derselbe ist an und für sich in Wasser unlöslich, löst sich aber in angesäuertem und alkalisirtem Wasser sehr leicht auf, und wird aus diesen Lösungen durch Alkohol und Aether, aus den sauren auch durch concentrirte Lösungen neutraler Alkalisalze gefällt. In der essigsauren Lösung des Parapeptons erzeugt Ferrocyankalium einen Niederschlag, ebenso werden seine Lösungen durch Metallsalze und Gerbsäure gefällt. Concentrirte Säuren bewirken im Ueberschuss lösliche Niederschläge, Millon's Reagens giebt die Reaction der Albuminate.

Metapepton. Metapepton ist der aus einer schwach sauren Lösung der Albuminate in Verdauungsflüssigkeit durch Zusatz von etwas mehr Säure entstehende Niederschlag, derselbe entsteht nicht durch Neutralisation, und ist aus der schwach sauren Lösung durch Alkohol nicht fällbar.

Dyspepton. Dyspepton. Mit diesem Namen bezeichnet Meissner einen bei der künstlichen Verdauung des Caseins in der Lösung allmählich entstehenden feinflockigen Niederschlag, der sich auf dem Filter zu einer weissen, zusammenhängenden, fast durchscheinenden Masse zusammenlegt. Dieser Körper ist in Wasser und Alkohol unlöslich, löst sich schwer in mässig concentrirten Säuren, und giebt an Aether eine ansehnliche Menge Fett ab.

Ausser diesen genannten Körpern enthält die Verdauungslösung des Hühnereiweisses noch zwei extractive stickstoffhaltige Körper (Meissner). Der eine dieser beiden Körper giebt mit alkalischer Kupferlösung eine sehr schön rothe, wenig ins Violette ziehende Färbung (Reaction von Piotrowsky auf Albuminate, vgl. S. 127). Der andere giebt mit salpetersaurem Quecksilberoxyd dieselbe schöne rothe Lösung wie Tyrosin, und Meissner hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Reaction wirklich von vorhandenem Tyrosin herrühre.

Bei seinen Untersuchungen machte ausserdem Meissner Beobachtungen, die wir hier mittheilen, weil sie namentlich in physiologisch-chemischer Beziehung Beachtung verdienen.

Wird flüssiges Eiweiss von Hühnern in verdünnte Salzsäure von 0,2 Proc. Säuregehalt eingetragen, so wird ein Theil des Albumins ge-

fällt. Enthält aber die verdünnte Salzsäure von obigem Säuregehalt gleichzeitig Pepsin, so findet diese Fällung entweder gar nicht statt, oder wird doch jedenfalls bedeutend herabgesetzt. Bei den Versuchen schien ein gewisser Pepsingehalt nothwendig zu sein, um die Salzsäure als Fällungsmittel völlig wirkungslos zu machen, und Meissner betrachtet dieses Factum zu Gunsten der Ansicht Schmidt's sprechend, der bekanntlich die Hypothese aufgestellt hat, dass die Salzsäure des Magensaftes mit dem Pepsin zu einer gepaarten Säure: Pepsin-Chlorwasserstoffsäure, vereinigt sei, welche als solche die Magenverdauung bewirke.

Die Albuminate, welche in nicht coagulirtem Zustande durch künstliche Verdauungsflüssigkeit gelöst werden, gerinnen in dieser Lösung durch Kochen, wenn die Säure vorher neutralisirt wurde. Coagulirte Albuminate durch künstlichen Labsaft gelöst, werden aus der Lösung durch Kochen nicht mehr gefällt (Brücke).

Momente, von welchen die Geschwindigkeit der Verdauung der Albuminate abhängig ist.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Lösung und Umwandlung der Albuminate durch künstliche Verdauungsflüssigkeit erfolgt, ist abhängig: a) von der Art und dem Aggregatzustande derselben; b) von dem Gehalt der Verdauungsflüssigkeit an Pepsin und Säure; c) von der Natur der letzteren; d) von der Menge der Albuminate, welche in einem beschränkten Volumen Verdauungsflüssigkeit bereits aufgelöst wurden; e) von der Temperatur.

Coagulirte Albuminate werden rascher umgesetzt wie nichtcoagulirte, Casein rascher wie die übrigen Albuminate.

Salzsäure wirkt besser wie Milchsäure, diese besser wie andere Säuren. Bei Anwendung von Salzsäure nimmt mit dem Anwachsen des Säuregehaltes bis zu einer gewissen Grenze die lösende Kraft der Mischung erst zu, dann aber wieder ab. Innerhalb enger Grenzen des Säuregehaltes kommt der künstlichen Verdauungsflüssigkeit ein Maximum der Verdauungsfähigkeit zu. Das für die Verdauung günstigste Verhältniss zwischen Labsaft und Säure ist für die verschiedenen Albuminate ein verschiedenes.

Frisches Blutfibrin verlangt 0,8 bis 1 Säure auf 1000 Thle. Verdauungsgemisch (Brücke).

Coagulirtes Albumin 1,2 bis 1,6 Säure auf 1000 Thle. Verdauungsgemisch (Brücke).

Kleber und Casein scheinen ein ähnliches Verhältniss zu bedürfen wie Blutfibrin (Koopmans, Meissner).

Nachstehende Tabellen erläutern die Geschwindigkeit der Auflösung von frischem Blutfibrin und von gekochtem Eiweiss bei verschiedenem Gehalte von 1000 Thln. Verdauungsflüssigkeit an freier Säure, wie sie Brücke bei seinen Verdauungsflüssigkeiten beobachtete. Die Zahlen geben das Säureverhältniss für 1000 Thle. Verdauungsflüssigkeit. Sie sind nach

der Zeit geordnet, in welcher die Auflösung beendet war. Die Reihen beginnen mit derjenigen Mischung, welche am raschesten löste.

Blutfibrin	Coagulirtes Albumin.
0,86	1,60
0,44	3,21
1,66	0,80
2,04	6,41
2,90	12,82
3,70	20,04
0,22	
4,48	

Auch von dem Pepsingehalte des Verdauungsgemisches ist die Geschwindigkeit der Auflösung bis zu einem gewissen Grade abhängig. Im Allgemeinen genügen zur Auflösung minimale Quantitäten Pepsins. Weniger wie 1 Thl. Pepsin auf 60,000 Thle. angesäuerter Verdauungsflüssigkeit genügt, um Stücke geronnenen Albumins bei Blutwärme in wenig Stunden vollständig zu lösen. Frerichs löste mit 1,2 Thln. Labdrüsenextract 100 Thle. trockenen geronnenen Albumins. Beschleunigt wird die Auflösung durch eine Steigerung des Pepsingehaltes, jedoch wächst dieselbe nicht in dem Verhältniss wie die Zunahme des Pepsingehaltes, so dass es scheint, als ob durch fortgesetzte Vermehrung des Pepsins die Lösungsgeschwindigkeit alsbald auf ein Maximum geführt werde, über das hinaus sie nicht noch weiter durch einen Pepsinzusatz erhöht werden kann (Brücke). Auch scheint es, als ob die Verdauungskraft des Gemisches durch einen Pepsingehalt beeinträchtigt werden könne, der im Verhältniss zum Säuregrad zu hoch ist (Meissner).

Ueber den Einfluss des Pepsingehaltes von Verdauungsgemischen auf die Schnelligkeit der Verflüssigung von Albuminaten (Blutfibrin) geben die aus seinen Untersuchungen von Brücke entworfenen Tabellen ebenfalls Aufschluss. Das Verdauungsgemisch enthielt 0,1 Proc. Säure. Die Verdauungsgemische enthielten verschiedene Mengen von Pepsin. Der Pepsingehalt der zweiten Probe war doppelt so gross, wie jener der ersten Probe, der dritten doppelt so gross, wie der der zweiten, u. s. f. War aber die Pepsinmenge der ersten Probe x, so war die der zweiten $2x$, u. s. f.

I.		II.	
Pepsingehalt	Verdauungszeit	Pepsingehalt	Verdauungszeit
x	45 Minuten	x	45 Minuten
$2x$	30 „	$2x$	20 „
$4x$	20 „	$4x$	15 „
$8x$	20 „	$8x$	10 „

Von zwei Proben flüssigen Albumins, die mit gleich viel Säure, aber ungleich viel Pepsin versetzt werden, wandelt sich die, welche weniger Pepsin enthält, rascher um als die andere.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Auflösung der festen Albuminate in einer beschränkten Menge künstlicher Verdauungsflüssigkeit

vor sich geht, nimmt mit der fortschreitenden Verdauung ab, indem einerseits die Säure wegen der in Lösung gegangenen Albuminate mehr und mehr unwirksam wird, und anderseits auch das Pepsin allmählich seine Wirksamkeit einbüsst. Innerhalb gewisser Grenzen nimmt die Schnelligkeit der Auflösung mit der Temperatur zu. Am beschleunigendsten scheint eine zwischen 35 bis 45°C. liegende Temperatur zu wirken.

Brücke's Methode zur Bestimmung des Pepsins.

Brücke's Methode zur Bestimmung des Pepsins in Verdauungsflüssigkeiten. Um eine Vorstellung von dem relativen Gehalt einer Flüssigkeit an Pepsin zu gewinnen, kann man folgenden von Brücke ersonnenen Weg einschlagen: man ermittelt die Zeit, welche die Volumeinheit einer sehr verdünnten Lösung mit dem Säuregehalt von 0,1 Proc. bedarf, um einen Würfel aus geronnenem Albumin von bekannten Dimensionen zu lösen. Diese Pepsinlösung dient als Normalflüssigkeit, und ihr Pepsingehalt wird = 1 gesetzt. Um zu bestimmen, um wie viel reicher eine andere Flüssigkeit an Pepsin ist, verdünnt man ein bekanntes Volumen derselben so lange mit Säure von 0,1 Proc. Säuregehalt, bis die Volumeinheit den bekannten Albuminwürfel wieder gerade so rasch auflöst, wie die Normallösung. Das Volumen verdünnter Säure, welches man zur Volumeinheit der verglichenen Lösung setzen musste, um ihre Verdauungskraft auf diejenige der Normallösung herabzudrücken, giebt an, um wie viel mal der Pepsingehalt der ersten Lösung den der Normallösung übertrifft.

Quantitative Zusammensetzung des Magensaftes.

Quantitative Zusammensetzung.

Quantitative Analysen des Magensaftes sind mehrfach angestellt, und zwar ebensowohl beim Menschen, wie bei Thieren, doch beziehen sich dieselben keineswegs auf absolut reine Secrete, da der Speichel bei ihrer Gewinnung entweder gar nicht, oder doch nur unvollkommen eliminirt wurde. Physiologische Aufschlüsse von Bedeutung haben überhaupt diese quantitativen Analysen nicht gegeben. Wir stellen einige derselben tabellarisch zusammen:

Bestandtheile für 1000 Theile	Mensch speichelhaltig. Mittel aus 2 Analysen. C. Schmidt	Hund. C. Schmidt: Mittel aus 9 Analysen, speichelfrei	Hund. C. Schmidt: Mittel aus 3 Analysen, speichelhaltig	Schaf. C. Schmidt	Pferd. Frerichs.
Wasser	994,40	973,0	971,2	986,15	982,8
Feste Stoffe	5,60	27,0	28,8	13,85	17,2
Organische Stoffe	3,19	17,1	17,3	4,05	9,8
Chlornatrium	1,46	2,5	3,1	4,36	7,4 (zusammen für Chlornatrium bis Phosphorsaures Eisenoxyd)
Chlorkalium	0,55	1,1	1,1	1,52	
Chlorcalcium	0,06	0,6	1,7	0,11	
Chlorammonium	—	0,5	0,5	0,47	
Freie Salzsäure	0,20	3,1	2,3	1,23	
Phosphorsaurer Kalk	0,12 (zusammen für die drei Phosphate)	1,7	2,3	1,18	
Phosphorsaure Magnesia		0,2	0,3	0,57	
Phosphorsaures Eisenoxyd		0,1	0,1	0,33	

Lehmann fand in sechs Versuchen im Magensafte mit Knochen gefütterter Hunde 0,98 bis 1,32 pr. mille Salzsäure, im Rückstande aber noch ausserdem 3,2 bis 5,85 freier Milchsäure.

Ueber die Veränderungen, welche die quantitative Zusammensetzung des Magensaftes unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Bedingungen erleidet, hat man keine Kenntniss.

Bildung des Magensaftes. Magensaftbereitung.

Magensaftbereitung.

Die chemische Zusammensetzung des Magensaftes zeigt deutlich, dass derselbe als ein eigenthümliches Secret betrachtet werden muss, und zwar geht das Pepsin aus den Labdrüsen hervor. In diesen selbst ist es nach den Versuchen Brücke's bereits in reichlicher Menge enthalten, und zwar als neutraler Körper (Frerichs, Brücke). Ausser den Labdrüsen findet es sich nirgends, ausgenommen in den Flüssigkeiten des Magens, welche, bevor sie auf die Magenoberfläche gelangten, die Drüsen durchsetzten. Es kann demnach nicht bezweifelt werden, dass es in den Labdrüsen selbst gebildet wird, wie diess aber geschieht, welche chemische Vorgänge dabei stattfinden, ist gänzlich unaufgeklärt. Ebenso wenig entschieden ist es, wie das neutrale Pepsin aus den Labzellen als saure Flüssigkeit in den Magen gelangt. Da das Pepsin nach den Versuchen von Brücke und Meissner viel leichter durch angesäuertes Wasser ausgezogen werden kann wie durch reines Wasser, so ist es wahrscheinlich, dass das Pepsin bei der Bildung des Magensaftes im Organismus durch eine saure Flüssigkeit gelöst wird, und dann als Magensaft in die Magenhöhle gelangt. Woher stammt aber diese saure Flüssigkeit? Brücke glaubt aus seinen übrigens nur theilweise posi-

tiven Versuchen schliessen zu dürfen, dass auch die Säure bereits im Innern der Drüsen gebildet wird. Wenn aber dieses auch der Fall ist, so muss sie nach ihrer Bildung rasch aus der Drüse gestossen werden, da die vorsichtig ausgeschnittenen Drüsenkörner des selbst mit saurer Flüssigkeit gefüllten Magens häufig neutral oder nur schwach sauer reagiren, während die Magenoberfläche sehr constant freie Säure während des Lebens enthält. Nach zahlreichen und umsichtigen Beobachtungen dürfen wir nicht daran zweifeln, dass wenigstens in den meisten Fällen, und wahrscheinlich nur unter gewissen oben erörterten Bedingungen nicht, die freie Säure des Magensaftes Salzsäure ist; freie Salzsäure kann aber unmöglich anders als durch Zerlegung von Chlormetallen entstehen. Es ist vorläufig unmöglich, sich darüber Rechenschaft zu geben, wodurch diese Zerlegung erfolgt. Brücke hat die Meinung ausgesprochen, dass im Leben im Innern der Labdrüsen Kräfte thätig sein müssen, die die Säuren nach der einen, die Basen nach der anderen Richtung treiben, so dass die Säuren nach der Magenoberfläche gelangen, während sich die Basen nach der entgegengesetzten Richtung bewegen. Es möchte auch die Anhäufung der Säure auf der Innenseite der Schleimhaut nicht ohne Bedeutung sein für die zur Secretion sonst nothwendigen Diffusionsverhältnisse. Die die Säuren und Basen trennenden Kräfte vermuthet Brücke in Nervenwirkungen wurzelnd, sofern feststeht, dass die Secretion sauren Magensaftes unter dem Nerveneinflusse stattfindet; sowie Nerv im Zusammenhang mit Muskel dessen elektromotorische Eigenschaften plötzlich ändert, und dabei bedeutende mechanische Kräfte zur Wirksamkeit bringt, wie ferner Nerv im Zusammenhange mit gewissen anderen Geweben dieselben plötzlich in kräftige elektrische Apparate verwandelt, so würden Nerven in Verbindung mit den Labdrüsen die Fähigkeit besitzen, die Säuren nach deren innerer Oberfläche, die Basen nach der entgegengesetzten Richtung hin zu bewegen. Diese Hypothese kann sich auf keine Thatsachen stützen, die von besonderem Belang wären, denn es handelt sich hier einfach um einen Vorgang der Elektrolyse, und Beweise dafür, dass durch Nerveneinwirkung chemische Verbindungen und insbesondere Salze elektrolytisch zerlegt werden, fehlen gänzlich.

Brücke's Hypothese über die Bildung der freien Säure.

Physiologische Bedeutung. Ueber diese sich noch einmal des Breiteren zu ergehen, erscheint vollkommen überflüssig. Dass jedoch dem Magensafte nicht ganz die Aufgabe der Verdauung zufällt, ergiebt sich aus seiner Indifferenz gegen gewisse Bestandtheile der Nahrungsmittel; auch werden wir sehen, dass selbst Albuminate in der Wirklichkeit zum Theil seiner Function entgehen, und mit Beihülfe anderer Säfte gelöst werden.

Physiologische Bedeutung.

Literatur zur Chemie des Magensaftes: Lehmann: Lehrb. der phys. Chem. 2te Aufl. Bd. II. S. 35; Derselbe: Zoochemie. Heidelberg 1858. S. 24. — C. Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. S. 356, 625. — Frerichs:

Artikel Verdauung im Handwörterb. der Physiologie. S. 779. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel u. s. w. S. 29. — Cl. Bernard: Leçons de physiologie experiment. Paris 1856. — C. Schmidt: Annal. der Chem. u. Pharm. XCII, 42. — Hübbenet: Disquisit. de succo gastrico, Dissert. Dorpati 1850. — Schwann: Müller's Archiv. 1836. 901. — Grünewaldt: Arch. f. physiol. Heilkunde. XIII, 459. — Succi gastrici humani indoles, Dorpati Dissert. 1853. — Schröder: Succi gastrici humani vis digest., Dissert. Dorpati 1853. — F. Smith: Journ. de Physiologie. I, 146. — Knoop Coopmans: Arch. f. holländ. Beiträge. Bd. I. S. 1. — Meissner: Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. Reihe. Bd. VII, VIII. u. X. — E. Brücke: Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. XXXVII, 131. — Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. X, 144.

IX. Chemie der Galle.

Begriffsbestimmung.

Unter Galle im gewöhnlichen Sinne begreift man die in den grösseren Lebergängen und der Gallenblase enthaltene Flüssigkeit. Dieselbe ist ein Gemenge des Secretes der Leberzellen und des Schleims der Schleimdrüsen der die Lebergänge und die Gallenblase auskleidenden Schleimhaut. Die äusseren Charaktere und gewisse Grundeigenschaften der Galle zeigen zwar bei den verschiedenen Thierclassen im Wesentlichen viele Uebereinstimmung, allein selbst in qualitativ-chemischer Beziehung, noch mehr aber in quantitativer bedeutende Abweichungen. Diess gilt namentlich von dem Verhältnisse der in der Galle vorkommenden Gallensäuren. Zudem beziehen sich die ausführlicheren und gründlicheren Untersuchungen über die Galle nur auf jene des Ochsen und des Schweines, da namentlich vom Menschen frische Galle, und zwar in grösserer Menge zu erhalten sehr schwierig, wo nicht unmöglich ist, so dass unsere Kenntnisse der chemischen Verhältnisse der Galle noch bedeutende Lücken darbieten.

Wir werden die physikalischen Charaktere der Galle der verschiedenen Thierclassen, sowie ihr allgemeines chemisches Verhalten collectiv zusammenfassen, bei der Aufzählung der chemischen Bestandtheile der Galle aber die verschiedenen Thierclassen gesondert abhandeln.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere.

Die Farbe der Galle ist gelb, grünlich, schön grün (bei den Vögeln), braungrün (Ochsengalle), endlich gelbbraun, oder theerartig schwarz. Ihre Farbe wechselt namentlich beim Menschen vom Blassgelben bis zum Schwarzen, und passirt innerhalb dieser Grenzen durch alle Farbennuancen. Auch ihre Consistenz ist sehr verschieden; im Allgemeinen fadenziehend und beim Umschütteln seifenwasserartig schäumend, ist sie zuweilen vollkommen theerartig (beim Menschen), zuweilen aber auch

wieder sehr dünnflüssig. Demgemäss schwankt natürlich auch ihr specifisches Gewicht. Das mittlere specifische Gewicht der Menschengalle dürfte innerhalb der Grenzen 1,026 bis 1,032 liegen. Der Geruch der Galle ist ein eigenthümlich-bitterlicher, welcher bei der Ochsengalle mit einem gewissermaassen aromatischen gepaart ist, während bei der Menschengalle dieser aromatische Beigeruch fehlt. Ihr Geschmack ist stark und nachhaltig bitter, bei der Ochsengalle gepaart mit einem süsslich-aromatischen Nachgeschmack, ihre Reaction auf Pflanzenpapiere im frischen Zustande neutral, oder höchstens sehr schwach alkalisch. Sie enthält keine wesentlichen Formbestandtheile; die Epithelien und feinkörnigen Moleküle, welche sich bei längerem Stehen aus ihr absetzen, gehören den Ausführungsgängen und den Gallenwegen an. Sedimente von Cholesterin bilden sich in seltenen Fällen in der Menschengalle. Wird die Galle unter Luftzutritt längere Zeit sich selbst überlassen, so geht sie eine eigenthümliche Zersetzung ein: die Gallengährung, die auch ihre physikalischen Charaktere modificirt; sie wird missfarbig, es bilden sich an ihrer Oberfläche sich immer wieder erneuernde infusorielle Häutchen, ihr Geruch wird stinkend, ihre Reaction alkalisch und es zeigen sich unter dem Mikroskope Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

Chemische Bestandtheile der Galle im Allgemeinen.

Die in der Galle verschiedener Thiere überhaupt nachgewiesenen normalen chemischen Bestandtheile der Galle sind folgende: *Chemische Bestandtheile der Galle im Allgemeinen.*

Wasser, Taurocholsäure, Glykocholsäure, Hyotaurocholsäure, Hyoglykocholsäure, Taurochenocholsäure (alle diese Säuren theils an Natron, theils an Kali gebunden), Gallenfarbstoffe (Cholepyrrhin, Bilifulvin, Biliverdin, Modificationen desselben), Cholesterin, Fette (Palmitinsäure- und Oelsäureglycerid), Seifen (palmitinsaure und ölsaure Alkalien), Schleim (von der Gallenblase und den Gallengängen stammend), anorganische Salze: Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaures und kohlensaures (?) Natron, phosphorsaurer Kalk und Bittererde, geringe Mengen von Eisen, Mangan und Kieselerde.

Nicht constante Bestandtheile:

Traubenzucker, denselben beobachteten Frerichs und Stockvis in der Menschengalle; er ist aber keineswegs als ein normaler Bestandtheil der Galle anzusehen, und möglicherweise, wie Cl. Bernard glaubt, da, wo er gefunden wurde, erst durch eine nach dem Tode eingetretene Diffusion aus der Leber in die Galle gelangt; Albumin wurde in der Galle von Embryonen zuweilen gefunden; Kupfer, ein sehr häufiger, aber zufälliger Minimalbestandtheil der Menschengalle; er gelangt von aussen durch die Speisen und Getränke in den Organismus und wird aus der Leber in die Galle geführt.

In der Galle unter Umständen auftretende Bestandtheile, welche als Zersetzungsproducte der normalen anzusehen sind:

Choloidinsäure, Cholsäure, Dyslysin, Taurin, Ammoniak.

Eigentliche Fäulnissproducte der Galle sind:

Ammoniak, schweflige Säure, flüchtige Fettsäuren, schwefelsaures Natron, Schwefelammonium, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

Chemische Constitution der Galle.

Ochsengalle.

Ochsengalle. Die unzersetzte Ochsengalle besteht im Wesentlichen aus glykocholsaurem und taurocholsaurem Natron, sonach aus den Natronsalzen zweier Säuren, die beide stickstoffhaltig sind, und von denen die eine ausserdem noch Schwefel enthält. Die Glykocholsäure enthält die Elemente des Glycins und der Cholsäure minus 2 Aeq. Wasser, die Taurocholsäure die Elemente des Taurins und der Cholsäure minus 2 Aeq. Wasser. Vergl. über diese Verhältnisse dieses Lehrb. Bd. II. S. 577 und den zweiten Abschnitt des vorliegenden Bandes S. 176.

Die Ochsengalle enthält ausserdem Cholesterin, Fette, Gallenfarbstoffe, Schleim und die oben aufgeführten anorganischen Salze.

Menschengalle.

Menschengalle. Die Menschengalle enthält vorwiegend taurocholsaures Natron, aber durch neuere Untersuchungen scheint es ausser Zweifel gesetzt, dass sie auch, wenngleich wenig, glykocholsaures Natron enthält. Im Uebrigen enthält sie wie die Ochsengalle Cholesterin, Fette, Gallenblasenschleim, Gallenfarbstoffe und dieselben anorganischen Salze wie die Ochsengalle, und häufig, wie bereits oben bemerkt wurde, Spuren von Kupfer.

Schweinegalle.

Schweinegalle. Die Schweinegalle enthält hyoglykocholsaures und hyotaurocholsaures Natron, ersteres Salz vorwiegend. Im Uebrigen dieselben Bestandtheile wie die Ochsen- und Menschengalle. Die Hyoglykocholsäure enthält die Elemente des Glycins und der Hyocholsäure minus 2 Aeq. Wasser, die Hyotaurocholsäure die Elemente des Taurins und der Hyocholsäure minus 2 Aeq. Wasser. Ausserdem fand Strecker in der Schweinegalle eine starke schwefelhaltige organische Base, die aber nicht näher studirt ist.

Hundegalle.

Hundegalle. Dieselbe soll fast nur taurocholsaures Natron neben den übrigen mit anderen Gallen übereinstimmenden Bestandtheilen enthalten.

Schafsgalle.

Schafsgalle. Es sind darin taurocholsaures und glykocholsaures Natron nachgewiesen, doch waltet darin erstere Verbindung vor. Die sonstigen Bestandtheile die gleichen wie bei den übrigen Gallen.

Gänsegalle.

Gänsegalle. Die Gänsegalle enthält chenotaurocholsaures Natron, aber wahrscheinlich noch das Natronsalz einer anderen der

Paracholsäure der Ochsengalle ähnlichen Gallensäure, einen weissen, in Nadeln krystallisirenden, neutralen, in Salzsäure und Kalilauge unlöslichen Körper, und die Glyceride vorwiegend flüssiger Fettsäuren. Im Uebrigen die gleichen Bestandtheile wie die übrigen Gallen (Heintz u. Wislicenus).

Fischgalle. Die Galle von Fischen (untersucht von Acipenser, Gadus morrhua, Pleuronectes maximus, Esox Lucius, Perca fluviatilis, Silurus) enthält fast nur taurocholsaure Alkalien, doch scheinen darin auch geringe Mengen von glykocholsauren Salzen vorzukommen (Scherer, Schlossberger). Da die Galle der Seefische fast nur Kali, und beinahe kein Natron enthält, so müssen darin die Gallensäuren als Kalisalze enthalten sein, während die Galle der Süsswasserfische Kali und Natron und letzteres in überwiegender Menge führt, und daher wahrscheinlich neben taurocholsaurem Kali überwiegend taurocholsaures Natron enthält (Strecker). Diese Vertheilung des Kalis und Natrons ist merkwürdig. Auch in der Galle der Schildkröten fand Wetherill (bei Emys geographica und Emys insculpata) Kali und Natron, und zwar ersteres überwiegend ebensowohl bei der Süsswasserschildkröte (Emys geographica) wie bei der Seeschildkröte (Emys insculpata). Fischgalle.

Schlangengalle. Die Galle von Schlangen (untersucht von Boa Anacondo, Python vittatus und Python tigris) scheint nach den Untersuchungen von Schlieper und Schlossberger nur taurocholsaures Natron zu enthalten. Schlangengalle.

Galle des Känguruhs. Nach der Untersuchung von Schlossberger gehört die Galle des Känguruhs zu den schwefelärmsten Gallen, sie enthält daher wenig taurocholsaure Salze; ob die sonst darin vorkommende Säure, wie es allerdings wahrscheinlich wäre, Glykocholsäure ist, wurde nicht ermittelt. Galle des Känguruhs.

Abnorme, unter pathologischen Verhältnissen in der Galle auftretende Bestandtheile.

Harnstoff (nach Nierenexstirpation, Cholera, Morbus Brighti), Milchsäure (in saurer Galle), Leucin und Tyrosin (bei Typhus), Blut und Eiter, Zucker (bei Diabetes mellitus), (Neukomm).

Von dem Körper von aussen zugeführten Stoffen gehen nach den vorhandenen Beobachtungen folgende in die Galle nach kürzerer oder längerer Zeit über: Antimon, Arsenik, Kupfer, Jodkalium, Ferrocyankalium und Zink. Nach Cl. Bernard geht in die Venen injicirter Zucker in die Galle über, nach den Versuchen von Mosler erst dann, wenn dem Blute extreme Zuckermengen zugeführt werden; Rohrzucker geht verhältnissmässig leichter in die Galle über wie Krümelzucker.

Allgemeines chemisches Verhalten der Galle.

Normale Galle, wie bereits erwähnt, neutral oder sehr schwach alkalisch, gerinnt nicht beim Kochen, zeigt aber während des Abdampfens eine ähnliche Erscheinung wie die Milch, sie überzieht sich nämlich mit einer Haut, die sich nach dem Abnehmen wieder erneuert. Wird die frische Galle mit Alkohol oder Essigsäure vermischt, so scheidet sich ein mehr oder weniger durch Gallenfarbstoff tingirter Schleim ab; die durch Alkohol von Schleim befreite frische Galle aber wird mit Ausnahme jener der Schweine durch Essigsäure und andere organische Säuren nicht gefällt. Die von Schleim befreite Galle setzt aber auf Zusatz von Salz- und Schwefelsäure einen harzartigen Körper ab, der in Wasser sich wieder löst. Vermischt man die Galle mit wenig Schwefelsäure und überlässt sie in gelinder Wärme einige Zeit der Ruhe, so bedeckt sich die Oberfläche der Flüssigkeit mit feinen Krystallen, die aus Talgsäure und Palmitinsäure (bei der Ochsengalle) bestehen sollen. Der durch Ausziehen mit Alkohol von Schleim befreite Gallenrückstand lässt sich durch Knochenkohle vollständig entfärben und giebt mit Aether einen pflasterartigen Niederschlag, der sich bei längerem Stehen in sternförmig gruppirte weisse Nadeln verwandelt. Dampft man dagegen die alkoholische Lösung bis zur Trockne ab, so bleibt ein weisser amorpher Rückstand, der in Wasser und Alkohol vollkommen löslich ist, an Aether aber nur geringe Mengen von Fett und Cholesterin abgiebt. Auch dieser Rückstand verwandelt sich, wenn er bei 110 bis 120° C. getrocknet worden ist, beim Uebergiessen mit Aether nach einiger Zeit in seidenglänzende Krystallnadeln (Gemenge von glyko- und taurocholsaurem Natron).

Setzt man zur Galle Bleizuckerlösung, so entsteht ein anfangs schleimiger, gefärbter Niederschlag, der sich bei ruhigem Stehen sehr zusammenzieht; er besteht aus Schleim, Farbstoff und glykocholsaurem Bleioxyd. Das Filtrat reagirt sauer und giebt mit Bleiessig einen flockigen Niederschlag: basisch glykocholsaures und taurocholsaures Bleioxyd, der bald pflasterartig wird, und die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit giebt auf Zusatz von Ammoniak von Neuem einen geringen Niederschlag, und es bleibt ein kleiner Theil der organischen Substanz der Galle in Lösung. Alle bis jetzt untersuchten Gallen zeigen die Pettenkofer'sche Gallenreaction.

Wird Galle mit Salzsäure gekocht, so zerfällt sie in Choloidinsäure, Taurin und Ammoniak; erstere verwandelt sich nach sehr langem Kochen in eine unlösliche harzartige Substanz: das Dyslysin. Durch Behandlung mit Alkalien liefert sie Cholsäure. Durch die Fäulniss: die Gallengährung, werden dieselben Zersetzungsproducte erhalten: Choloidinsäure, Cholsäure, Taurin und wahrscheinlich als secundäres Zersetzungsproduct des Glycins Ammoniak. Wird die Fäul-

niss länger unterhalten und beobachtet, so zerfällt endlich auch das Taurin und zwar in schwefelsaures Natron und schweflig- oder unterschwefligsaure Verbindungen. Auch flüchtige Säuren werden bei der Fäulniss der Galle gebildet, namentlich Essig- und Valeriansäure. Auch während des Lebensprocesses wird auf dem Wege durch den Darmcanal ein Theil der Galle in Choloidinsäure, Dyslysin, Taurin und Ammoniak zerlegt.

Gereinigte Galle zeigt verschiedenen übereinstimmenden Beobachtungen zufolge die Fähigkeit, rohe und gekochte Stärke allmählich in Traubenzucker zu verwandeln. Schweinegalle löst rohe Stärke auf, nicht aber gekochte; es geht dabei ein Theil derselben in Traubenzucker über; durch Zusatz von kohlensaurem Natron wird diese Wirkung nicht aufgehoben, durch Zusatz von etwas Weinsäure aber gesteigert (Nasse). Die Auflösung des Stärkmehls erfolgt noch leichter bei Anwendung von gereinigtem hyoglykocholsaurem Natron, während sich Ochsengalle indifferent zeigt (Nasse). Gereinigte Galle löst ferner die frischen Blutkörperchen des Menschen, der Säugethiere und Vögel leicht auf (Kühne). Der in gereinigter Ochsengalle aufgelöste Zucker erleidet keine Veränderung, während die gewöhnliche Blasengalle selben unter den Erscheinungen der Fäulniss sehr allmählich in Milchsäure umsetzt (Meckel, Schiel). Frische Hammelsgalle löst freie Fettsäuren (Stearinsäure, Palmitinsäure) in ziemlicher Menge auf, namentlich bei längerem Schütteln und Erwärmen, indem die Fettsäuren die Natronsalze der Galle zerlegen, Seifen bilden und die Gallensäuren dafür in Freiheit setzen; Oelsäure scheint dieses Vermögen nicht zu besitzen (Marcet). Für neutrale Fette besitzt die Galle gar kein, oder jedenfalls nur ein höchst unbedeutendes Lösungsvermögen, wohl aber verändert die Galle die Adhäsionsverhältnisse zwischen öligen Flüssigkeiten und wässerig-feuchten Membranen, und erleichtert dadurch die Diffusion respective Resorption derselben. Cholesterin löst gereinigte Galle in nicht unerheblicher Menge auf. Auch auf Albuminate übt die Galle entweder kein oder nur ein höchst unbedeutendes, durch ihren Wassergehalt bedingtes Lösungsvermögen aus, doch verzögert sie ganz unzweifelhaft die Fäulniss derselben, und besitzt demnach antiseptische Eigenschaften.

Lösende Kräfte der Galle.

Wenn man Blasengalle mit Ozon behandelt, so wird dieselbe durch rasche Oxydation ihrer Farbstoffe bald vollständig entfärbt, die Gallensäuren selbst werden aber nicht angegriffen. Behandelt man dagegen Galle bei Gegenwart von freiem Alkali mit activem Sauerstoff, so werden auch die eigenthümlichen Gallenstoffe allmählich vollständig verbrannt.

Quantitative Zusammensetzung der Galle.

Ueber die quantitative Zusammensetzung ebensowohl der Menschengalle, als auch der Galle verschiedener Thiere liegen zahlreiche Unter-

Quantitative Zusammensetzung.

suchungen vor, allein begreiflicherweise sind nur sehr wenige Analysen mit der Galle gesunder Menschen angestellt, da es nur seltene Fälle sind: plötzlicher Tod aus traumatischen Ursachen, Hinrichtungen u. dgl., wo sich das Material zu solchen Untersuchungen darbietet.

Gallenanalyse.

Auch sind die in Anwendung gezogenen analytischen Methoden ziemlich mangelhaft, und beschränken sich nur auf die mehr collective Scheidung der Hauptbestandtheile, da uns scharfe Methoden der Trennung der einzelnen Gallensäuren (Glyko- und Taurocholsäure) fehlen. Auch an eine Trennung der verseifbaren Fette von Cholesterin kann in den wenigsten Fällen gedacht werden, einmal wegen der geringen Menge des zu Gebote stehenden Materials, namentlich wenn es sich um die Menschengalle handelt, dann aber auch deshalb, weil uns eine genügend scharfe Trennungsmethode überhaupt fehlt und die an und für sich schon ungenaue Methode natürlich noch ungenauer werden muss, wo, wie diess bei der Galle der Fall ist, die Menge des Fettes und Cholesterins an und für sich schon sehr gering ist. Die Trennung des eigentlichen Fettes von dem Cholesterin muss sich unter allen Fällen auf die Nichtverseifbarkeit des letzteren gründen; obwohl aber das Cholesterin in Alkalien nicht löslich ist, und sich auch dadurch durchaus nicht verseifen lässt, so ist es doch nachgewiesenermaassen in Seifen selbst zum Theil löslich, geht also in die gebildete Seife mit über und folgt bei der Zersetzung der letzteren durch Säuren wieder den Fettsäuren. Aus diesen Gründen haben alle Angaben über die Mengenverhältnisse des Cholesterins und verseifbaren Fettes in thierischen Flüssigkeiten, wo, wie beim Blute und bei der Galle, ihre Gesammtmenge schon sehr gering ist, nur sehr beschränkten Werth. Selbst die Bestimmung der Fette im Allgemeinen durch Extraction des Gallenpulvers mit Aether ist nicht ganz sicher, da, wenn die Galle bereits etwas zersetzt ist, in die ätherische Lösung Zersetzungsproducte der Galle mit übergehen können und das Gewicht der Fette vermehren.

Methode der Analyse.

Die bei Analysen gewöhnlich in Anwendung kommende Methode wurde zuerst von **Frerichs** in Anwendung gezogen, und ist in ihren wesentlichen Grundzügen folgende:

Die Bestimmung des **Wassers** und der **festen Stoffe** der Galle geschieht durch Abdampfen einer gewogenen Menge Galle im Wasserbade und Trocknen des Rückstandes im Luftbade bei 110 bis 120° C., so lange noch Gewichtsabnahme stattfindet. Der getrocknete Rückstand ist = den fixen Stoffen der Galle, der Gewichtsverlust, welchen die Galle durch das Abdampfen und Trocknen erlitten hat, = dem Gewicht des Wassers.

Zur Bestimmung der **Fette** wird der Gallenrückstand in einem erwärmten Mörser fein zerrieben, ein Theil davon in ein genau gewogenes Glaskölbchen gebracht, genau gewogen, und im Glaskölbchen so lange mit Aether extrahirt, bis derselbe nichts mehr aufnimmt. Die gesammelten ätherischen Auszüge werden in einem gewogenen hochwandigen Becherglase verdunstet. Der Rückstand, welchen sie hinterlassen, ist = dem Gewichte der Fette und des Cholesterins, kann aber möglicherweise auch gewisse in Aether lösliche Zersetzungsproducte der Galle (Cholsäure) enthalten. Er

muss daher mit wässerigem Weingeist behandelt, und der weingeistige Auszug ebenfalls abgedampft werden. Bleibt ein Rückstand, so ist dieser zu wägen, und von dem Rückstand des Aetherauszuges bei der Berechnung des Fettes abzuziehen. Zur Bestimmung des Gallenblasenschleimes wird der entfettete im Glaskölbchen befindliche Gallenrückstand so lange mit kochendem starken Weingeist behandelt, als derselbe noch etwas aufnimmt, die alkoholischen Auszüge durch ein bei 100° C. getrocknetes und gewogenes Filter filtrirt, und endlich der vollkommen erschöpfte Rückstand auf selbes gebracht, mit heissem Alkohol ausgewaschen, bei 100° C. getrocknet, und gewogen; nach Abzug des bekannten Gewichtes des Filters erhält man jenes des Schleims mit etwas Farbstoff.

Das alkoholische Filtrat verdunstet man in einer gewogenen Schale, und trocknet den Rückstand im Luftbade so lange bei 120° C., als derselbe noch an Gewicht abnimmt. Der Rückstand ist = tauro- und glykocholsaurem Natron mit Farbstoff.

Zur Bestimmung der feuerbeständigen Salze verwendet man einen Theil des bei der Wasserbestimmung erhaltenen Gallenrückstandes, oder man dampft eine eigene gewogene Quantität Galle ab, und verfährt bei der Einäscherung des Gallenrückstandes genau so wie bei der Blutanalyse angegeben ist.

Zusammensetzung der normalen Menschengalle. Es sind im Ganzen nur sechs Analysen von Menschengalle bekannt geworden, die man als von gesunden Individuen stammend zu betrachten genügende Veranlassung hat. Zwei davon wurden von Frerichs, die übrigen vier von mir ausgeführt. Die gewonnenen Zahlen sind folgende: Menschengalle.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs		Gorup-Besanez			
	I. 18jähr. Mann Tod durch Sturz	II. 22jähr. Mann Tod durch Verwundung	III. 49jähr. Mann enthauptet	IV. 29jähr. Weib enthauptet	V. 68jähr. Mann Tod durch Sturz	VI. 12jähr. Knabe Tod durch Verwundung
Wasser	860,0	859,2	822,7	898,1	908,7	828,1
Feste Stoffe	140,0	140,8	177,3	101,9	91,3	171,9
Gallensaure Alkalien .	72,2	91,4	107,9	56,5	73,7 (Gallensaure Alkalien, Fett, Cholesterin)	148,0 (Gallensaure Alkalien, Fett, Cholesterin)
Fett	3,2	9,2	47,3 (Fett und Cholesterin)	30,9 (Fett und Cholesterin)		
Cholesterin	1,6	2,6				
Schleim mit Farbstoff	26,6	29,8	22,1	14,5	17,6	23,9
Anorg. Salze	6,5	7,7	10,8	6,3	—	—

Den Kochsalzgehalt der normalen Menschengalle fand Frerichs zu 2,0 bis 2,5 pr. m.

Aus diesen Analysen ergiebt sich zur Genüge, dass die quantitative Zusammensetzung der Blasengalle eine sehr wechselnde ist, wie das von vornherein kaum anders zu erwarten war.

Galle von Thieren.

Zusammensetzung der Galle von Thieren. Vollständigere Analysen über die Galle von Thieren liegen verhältnissmässig wenige vor. Meist wurden nur der Wassergehalt und der Gehalt an anorganischen Salzen bestimmt. Nachstehende Tabelle enthält einige solcher Analysen zusammengestellt:

Bestandtheile für 1000 Theile	Ochsen-galle. Berzelius	Schweins-galle. Gundelach u. Strecker	Fischgalle (Silurus). Schloss-berger	Schlan-gengalle (Python tigr.). Schloss-berger	Gänse-galle. Marsson	Kängu-ruhgalle. Schloss-berger
Wasser	904,4	888,0	944,8	904,2	800,2	858,7
Feste Stoffe	95,6	112,0	55,2	95,8	199,8	141,3
Gallensaure Salze	80,0 (Gallensaure Salze und Fett zusammen)	83,8	36,3	84,6	170,6	75,9
Fett		22,3	2,3	0,3	3,6	10,9
Schleim mit Farbstoff	3,0	5,9	14,8	8,9	25,6	43,4
anorganische Salze	12,6	—	—	2,0	—	11,1

Schwefelbestimmungen der Galle verschiedener Thiere.

Schwefelbestimmungen.

Da die Galle nach übereinstimmenden Beobachtungen keine oder höchstens Spuren von schwefelsauren Salzen führt, so muss der in der Asche der Galle in der Form schwefelsaurer Alkalien gefundene Schwefel von schwefelhaltigen Gallenbestandtheilen abstammen. Die bisher bekannten schwefelhaltigen Gallensäuren sind die Taurocholsäure, die Hyotaurocholsäure und die Chenotaurocholsäure. Die beiden letzteren sind, so viel man bis jetzt weiss, der Schweins- und Gänsegalle allein eigenthümlich, alle übrigen Gallen aber scheinen Taurocholsäure mit oder ohne Glykocholsäure zu enthalten. Man kann daher aus dem Schwefelgehalt des Alkoholextracts der Galle den Gehalt derselben an Taurocholsäure oder eventuell an Hyo- oder Chenotaurocholsäure schätzen, da der Schwefelgehalt dieser Säuren festgestellt und aus ihrer Formel zu ersehen ist. In diesem Sinne sind die nachstehenden Schwefelbestimmungen der Galle verschiedener Thiere von Werth, und besonders auch deshalb, weil sie meist auch Aufschluss darüber geben, ob neben Taurocholsäure auch noch Glykocholsäure vorhanden ist. Die Reihe ist nach dem absteigenden Schwefelgehalte geordnet:

Thiere	Gereinigte u. bei 110⁰ C. getrocknete Galle. Schwefel in Proc.	Beobachter
Gans	6,34	Marsson
Boa Anacondo . .	6,24	Schlieper
Hund.	6,21	Bensch
Python Tigris . .	6,04	Schlossberger
Fuchs	5,96	Bensch
Bär.	5,84	"
Hammel	5,71	"
Fische	5,55	"
Ziege	5,20	"
Wels	5,12	Schlossberger
Wolf	5,03	Bensch
Huhn	4,96	"
Kalb	4,88	"
Ochs.	3,58	"
Känguruh	2,47	Schlossberger
Schwein	0,33	Bensch

In der Galle von Gadus morrhua fand Strecker 5,66 Proc., in jener von Pleuronectes maximus 5,91, von Esox Lucius 5,77, von Perca fluviatilis 5,99 Proc. Schwefel.

Taurocholsaures Natron enthält 6 Proc., taurocholsaures Kali 5,8 Proc. Schwefel.

Zusammensetzung der Gallenasche.

Es liegt nur eine einzige, nach Rose's Methode ausgeführte genauere Analyse der Asche der Ochsengalle vor. Doch ist aber auch in dieser Analyse nach Rose's eigener Angabe in Folge des angewandten Verfahrens die Schwefelsäure zu gering gefunden. Gallenasche.

In 100 Theilen Gallenasche durch Verdampfen und Verkohlen von Ochsengalle, sowie sie aus der Blase kam, wurden gefunden:

Clornatrium	27,70
Kali.	4,80
Natron	36,73
Kalk	1,43
Magnesia	0,53
Eisenoxyd	0,23
Manganoxyduloxyd	0,12
Phosphorsäure	10,45
Schwefelsäure	6,39
Kohlensäure	11,26
Kieselsäure	0,36

Verschiedenheiten der Zusammensetzung der Galle unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen.

Verschiedenheit der Zusammensetzung unter physiologischen Bedingungen.

Unsere Kenntnisse über die Zusammensetzungsänderungen der Galle unter verschiedenen physiologischen Bedingungen sind sehr gering, und beziehen sich zudem noch meist auf Versuche an Thieren. Sie beruhen endlich nicht nur auf einer ziemlich schmalen Basis von Beobachtungen, sondern beziehen sich überdiess auch nur auf den Gehalt der Galle an Wasser und an festen Stoffen überhaupt.

Einfluss des Geschlechtes. Die einzigen Anhaltspunkte für die Beurtheilung dieses Einflusses geben die zwei von mir angestellten Analysen der Galle eines hingerichteten Mannes und Weibes. Es versteht sich von selbst, dass diese zwei Beobachtungen nicht hinreichend sind, um die Frage definitiv zu erledigen. Nach den vorliegenden Beobachtungen aber wäre: die Galle von Weibern wasserreicher wie die von Männern, und es wären von den festen Stoffen: gallensaure Salze, Schleim mit Farbstoff und anorganische Salze gleichmässig vermindert, während die Fette vermehrt wären.

Es muss übrigens noch hervorgehoben werden, dass sich dieses Verhältniss für alle angestellten (fünf) Analysen der Galle von Männern geltend macht, wie aus obigem Schema zu ersehen ist.

Einfluss des Alters. Das Alter scheint, so weit die wenigen Beobachtungen zu Schlüssen berechtigen, einen bestimmten Einfluss auf die Zusammensetzung der Galle beim Menschen nicht auszuüben.

Einfluss der Tageszeit. Nach den von Nasse an Thieren angestellten Beobachtungen soll die bei Nacht abgesonderte Galle reicher an festen Stoffen sein, wie die bei Tage secernirte.

Einfluss des Verweilens in der Blase. Nach den von Bidder und C. Schmidt an Thieren angestellten Beobachtungen liefert die frisch abgesonderte und nicht in die Gallenblase gelangende Galle durchschnittlich 5 Proc. festen Rückstandes, während die aus der Gallenblase entnommene, je nachdem sie länger oder kürzer in der letzteren verweilt hatte, 10 bis 20 Proc. an festen Bestandtheilen enthält. Auch Nasse fand die Galle, welche bei einer Hündin durch eine Fistel abfloss, wasserreicher, wie die in der Blase enthaltene. Der Unterschied kann das Doppelte betragen.

Einfluss der Nahrung. Die aus Beobachtungen an Thieren (Bidder u. Schmidt, H. Nasse, Arnold) zu ziehenden Schlüsse über den Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Galle sind folgende: Die festen Stoffe der Galle sind vermehrt: bei Fleischnahrung; vermindert: bei Nahrung mit Brot, reichlichem Zusatz von Wasser zu Brot- und Fleischnahrung, und bei Entziehung der Nahrung.

An qualitativen Verschiedenheiten wollen Bidder u. Schmidt nachstehende beobachtet haben: Die frische Galle der Carnivoren ist gelb

bis gelbbraun, die der Herbivoren dagegen grün; die Farbe der Blasengalle derjenigen Thiere, deren Lebergalle gelb oder braun ist, spielt stets mehr oder weniger in das Grüne, und ist nach längerem Fasten der Thiere intensiv grün, $2^1/_2$ bis 3 Stunden nach der Nahrungsaufnahme dagegen ebenso gelb oder gelbbraun, wie die Lebergalle. Ich beobachtete an der Blasengalle grüne Färbung vorzugsweise bei Kindern.

Zusammensetzungsverschiedenheiten der Galle unter pathologischen Verhältnissen.

Zusammensetzungsverschiedenheiten der Galle unter pathologischen Verhältnissen.

Ueber die Zusammensetzung der Galle des Menschen bei Krankheiten wurden von Frerichs und mir zahlreiche Versuche angestellt. Trotzdem aber erscheint es nicht rathsam, aus diesen Beobachtungen zu bestimmte Schlüsse zu ziehen, da wir noch viel zu wenig über die Abhängigkeit der Zusammensetzung der Galle des Menschen von physiologischen Bedingungen wissen, und da wir überhaupt aus Allem zu schliessen berechtigt sind, dass die Zusammensetzung dieses Secretes schon unter normalen Verhältnissen grossen Schwankungen unterworfen ist. Bei dem constatirten Einflusse, welchen die Dauer des Verweilens der Galle in der Blase ausübt, und bei dem Umstande, dass man Galle von Menschen erst viele Stunden nach ihrem Tode gewinnen kann, wird der Werth nachfolgender Zahlen noch mehr in Frage gestellt. Wir haben daher auch, um allen Missverständnissen vorzubeugen, die Zahlen der Analysen selbst, und nicht wie beim Blute die daraus gezogenen Schlüsse gegeben.

Galle bei Pneumonie.

I. Galle bei Pneumonie. Bei dieser Entzündung ist die Galle meist gelbroth bis braunroth oder braun, seltener grün oder gelb gefärbt, und von dünnflüssiger Consistenz. Ihre quantitative Zusammensetzung wurde, wie nachstehende Tabelle zeigt, von Frerichs und mir gefunden.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs	Gorup-Besanez				
		I.	II.	III.	IV.	V.
	Mann von 30 Jahren	40jährig. Mann	Mann in mittl. Jahren	Weib von 50 Jahren	Mann in den 80er J.	Mann von 92 Jahren
Wasser	946,0	966,4	976,5	936,4	968,8	919,5
Feste Stoffe	54,0	33,6	23,5	63,6	31,2	80,5
Gallensaure Salze	41,6	14,8 (Gallensaure Salze und Fett)	16,6	36,4	23,0	57,5
Fett	2,4					
Schleim mit Farbstoff	10,0	18,8	6,9	27,2	8,2	23,0

Bei Entzündungen und Exanthemen.

II. Galle bei anderen Entzündungen. Von den physikalischen Charakteren gilt das Obengesagte.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs		Gorup - Besanez		
	Meningitis chronica	Nephritis traumatica	Arachnoideïtis	Nephritis chronica	Scarlatina
Wasser	959,8	886,8	943,9	826,6	914,3
Feste Stoffe	40,2	113,2	56,1	173,4	85,7
Gallensaure Salze .	26,3	»	} 40,0	95,4	62,2
Fett	2,0	»			
Schleim mit Farbstoff	12,1	»	16,1	78,0	23,5

Bei Leberkrankheiten.

III. Galle bei Leberkrankheiten. Nach den Beobachtungen von Frerichs ist die Galle bei Fettleber meist dunkel, schwarzbraun bis pechschwarz gefärbt, ihre Consistenz ist zähe und fadenziehend, der Farbstoff zeigt nicht die charakteristischen Farbenveränderungen mit Salpetersäure, die gallensauren Salze vermindern sich mit der Zunahme des Leidens, endlich hört jede Secretion einer wirklichen Galle auf. Bei Wachsleber dagegen ist die Galle wässerig, dünnflüssig und hell gefärbt.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs					Gorup-Besanez
	Fettleber	Fettleber	Fettleber	Wachsleber	Granulirte Leber	Granulirte Leber mit Icterus
Wasser	869,8	960,0	865,5	944,2	915,1	884.5
Feste Stoffe	130,2	40,0	134,5	56,8	84,9	115,5
Gallensaure Salze .	83,0	25,1	82,0	27,7	45,0	} 63,9
Fett	7,0	0,9	4,4	2,1	4,2	
Schleim mit Farbstoff	40,2	14,0	48,1	27,0	35,7	51,6

IV. **Galle bei Typhus.** Beim Typhus ist die spärlich abgesonderte Galle dünnflüssig, gewöhnlich lichtgelb. Galle bei Typhus,

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs			Gorup-Besanez				
	Knabe von 14 Jahren	Mann von 24 Jahren	Mädchen von 18 Jahren	Mann in den 40er Jahren	Junger Mann	Weib in den 30er Jahren	Knabe von 13 Jahren	Junges Mädchen
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Wasser	969,9	949,4	960,8	945,1	940,6	946,6	957,7	949,3
Feste Stoffe	30,1	50,6	39,2	54,9	59,4	53,4	42,3	50,7
Gallensaure Salze . .	20,4	38,8	26,3	39,5	34,4	30,4	4,1	35,3
Fett	1,0	0,2	0,9					
Schleim mit Farbstoff	8,7	11,6	12,0	15,4	25,0	23,0	38,2	15,4

V. **Galle bei Puerperalkrankheiten.** Die allgemeinen Charaktere der Galle bei diesen Krankheiten sind sehr verschieden. bei Puerperalkrankheiten.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs					Gorup-Besanez
	Endometritis	Febris puerperalis	Phlebitis uterina	Endometritis und Peritonitis	Febris puerperalis	Febris puerperalis
	Frau von 30 Jahren	Frau von 40 Jahren	Frau von 30 Jahren	Frau von 47 Jahren	Frau von 40 Jahren	25jähriges Mädchen
Wasser	934,6	899,4	947,3	916,8	816,9	923,4
Feste Stoffe	65,4	100,6	52,7	84,2	183,1	76,6
Gallensaure Salze . .	47,0	60,1	27,6	45,8	126,5	51,8
Fett	1,6	3,0	0,7	1,5	3,5	
Schleim mit Farbstoff	16,8	37,5	25,0	36,9	53,1	24,8

bei chronischen Krankheiten

VI. Galle bei chronischen Krankheiten.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs				Gorup-Besanez						
	Tuberculose	Tuberculose mit Fettleber	Tuberculose Infiltration	Hydrops e vitio cordis	Krebsdyscrasie	Tuberculose mit Fettleber	Pyothorax bei Tuberculose	Tabes dorsalis	Hydrocephalus chron.	Hydrops e vitio cordis	Atrophia post Typhum
	Mittel aus 3 Analysen	Mittel aus 2 Analysen	Mittel aus 2 Analysen	Mann von 58 Jahren	Mittel aus 4 Analysen	Mittel aus 2 Analysen	Weib von 30 Jahren	Mann von 40 Jahren	Mittel aus 2 Analysen	Mann von 60 Jahren	Weib in den 30er J.
Wasser	966,3	879,8	876,6	909,6	901,9	859,2	887,2	930,4	890,0	888,3	805,5
Feste Stoffe	33,7	120,2	123,4	90,4	98,1	140,8	112,8	69,6	110,0	111,7	194,5
Gallensaure Salze	22,6	71,3	80,1	58,4	72,2	108,9	31,7	36,1	73,4	60,4	83,1
Fett	1,6	1,7	4,5	5,6			36,6				49,8
Schleim mit Farbstoff	9,2	47,2	39,4	26,4	25,9	31,9	44,5	33,5	36,6	51,3	61,6

In einigen Fällen meiner Beobachtungen über die Zusammensetzung der Galle in Krankheiten schied sich aus der Galle (bei Hydrothorax, Nephritis chronica, Atrophia post typhum) ein mehr oder minder reichliches Sediment von Cholesterinkrystallen aus. Derartige Krystalle scheinen sich vorzugsweise in concentrirter Galle zu bilden, wie dieselbe bei chronischen Unterleibskrankheiten, wo die Darmfunction behindert erscheint, die Regel ist. Die Galle wird in solchen Fällen in der Blase zurückgehalten, verliert hier durch Exosmose Wasser, und wird dadurch immer concentrirter. In der Galle einer Tuberkulosen (Pyothorax) beobachtete ich zahlreiche Fettkugeln. Das Fett scheint überhaupt bei Colliquationskrankheiten in der Regel vermehrt zu sein, indem ich bei Typhus und Tuberkulose ausser Fettkugeln auch nicht selten bei der mikroskopischen Untersuchung reichliche Palmitinkrystalle nachwies.

In einigen Fällen endlich wurde die von Schleim befreite Galle durch Essigsäure gefällt, und enthielt demnach Choloidinsäure, durch Zersetzung der Gallensäuren in der Blase entstanden.

In den Bereich der pathologischen Chemie der Galle gehören auch die

Gallensteine.

Man begreift darunter alle Concretionen, die sich aus der Galle niederschlagen. Sie kommen daher in allen Theilen des Gallenapparates vor, am Häufigsten in der Gallenblase, zuweilen auch im Darmcanale. *Gallensteine.*

Die chemischen Bestandtheile der Gallensteine sind: Cholesterin, Gallenfarbstoff, zuweilen an Kalk gebunden, verseifbares Fett (v. Planta und Kekulé), gallensaure Salze, Schleim und Epithelien der Gallenblase und der Gallengänge, phosphorsaure und kohlensaure alkalische Erden, Kieselsäure, Mangan und Kupfer. Harnsäure wurde in einigen Gallensteinen von Stöckhardt und Marchand gefunden. *Chemische Bestandtheile derselben.*

Die Gallensteine sind mehr oder weniger fest, lassen sich aber alle leicht mit dem Messer schaben; ihre Form ist sehr verschieden. Bald sind sie rund oder eiförmig, bald, wenn mehrere zugleich (oft finden sich in einer Blase viele Hunderte) in einer Blase vorkommen, durch gegenseitiges Abreiben polyedrisch und facettirt. Man unterscheidet:

a) Krystallinische; sie bestehen fast ganz aus Cholesterin, zuweilen mit einem Kern aus Schleim oder Pigmentkalk, und mit Galle durchtränkt. Sie haben einen krystallinischen, faserigen Bruch, sind nur wenig gefärbt, auf den Schnittflächen glänzend, und ziemlich leicht zu pulvern. Alkohol zieht beim Kochen daraus das Cholesterin aus. Ihre Grösse schwankt zwichen der eines Taubeneies und ganz kleiner Körner. *Arten derselben.*

b) Nicht krystallinische glatte, gelblich-weisse Gallensteine von seifenartigem Glanze und concentrisch-schaligem Gefüge. Sie bestehen ebenfalls vorwiegend aus Cholesterin und sind die häufigsten.

c) Gallensteine, welche aus abwechselnden Schichten von vorherrschendem Cholesterin und Gallenfarbstoff bestehen; sie sind ebenfalls sehr häufig.

d) Schwarze oder dunkelgrüne oder dunkelrothbraun gefärbte Concretionen von erdigem Bruch; dieselben sind zerreiblich, nehmen durch Schaben keinen Wachsglanz an, und bestehen hauptsächlich aus Gallenfarbstoff mit Kalk verbunden; sie sind ziemlich selten.

e) Die seltensten Concretionen sind die aus phosphorsaurem oder auch wohl aus kohlensaurem Kalk bestehenden.

Beispiele ihrer quantitativen Zusammensetzung giebt nachstehende Tabelle:

Zusammensetzung.

Bestandtheile für 100 Theile	I. Chevallier	II. v. Planta und Kekulé	III. aus L. Gmelin's Lehrb.	IV. aus L. Gmelin's Lehrb.	V. Joyeux	VI. Marcet	VII. Brandes
Cholesterin	96	90,82	65	50	4	—	69,76
Gallenfarbstoff . .	3	0,20	} 25	} 35	} 89	—	11,38
Verseifbares Fett	—	2,02				—	—
Schleim	—	1,35				—	13,20
Gallenstoffe	—	0,79	3			—	5,66
Salze	—	0,28	2	8	3	100	—
Wasser	—	4,89	—	—	—	—	—

Auch bei Thieren finden sich Gallensteine. Eine eigenthümliche, ihrer Herkunft nach unbekannte Art derselben sind die orientalischen Bezoare (wahrscheinlich von Capra aegagrus und Antilope Dorias stammend), dieselben enthalten als Hauptbestandtheil Lithofellinsäure oder auch wohl Ellagsäure.

Bildung derselben.

Die Bildung der Gallensteine scheint sowie die anderer thierischer Concremente das Product mehrerer Factoren zu sein. Da man auch in den Gallensteinen häufig einen aus Schleim oder Epithelium bestehenden Kern findet, so scheint es, als ob ein Schleimklumpen oder dergleichen wenigstens für gewöhnlich den Ansatzpunkt für die übrigen Stoffe bei der Gallensteinbildung abgebe. Als weitere Factoren wären zu bezeichnen: ein hoher Concentrationsgrad der Galle, da die Erfahrung lehrt, dass unter dieser Beschaffenheit der Galle Cholesterinsedimente in selber vorkommen, und das Zustandekommen einer schwer löslichen Verbindung von Gallenfarbstoff mit Kalk (Bramson).

Bildung und Metamorphosen der Galle im Organismus.

Bildung und Metamorphosen der Galle.

Da die der Galle als solcher eigenthümlichen Bestandtheile die Gallensäuren und das Gallenpigment sind, während der Schleim von der Gallenblase und den Lebergängen stammt, und sich von dem Schleime anderer Schleimhäute nicht wesentlich unterscheidet, und die in der Galle vorkommenden anorganischen Stoffe zum grössten Theile dem Schleime zugerechnet werden müssen, so ist die Frage nach der Bildung und nach den Metamorphosen der Galle im Organismus die nach der Bildung und den Metamorphosen der Gallensäuren und des Gallenblasenschleims; diese Fragen haben wir aber bereits S. 181 so ausführlich erörtert, dass hier nur darauf verwiesen werden kann. Der Schicksale der Galle aber als Ganzes betrachtet, nachdem sie in den Darmcanal entleert ist, müssen wir hier noch in Kurzem gedenken. Wir haben bereits S. 187 ausgeführt, dass die zuerst von Liebig vertretene Ansicht, dass nämlich die Gallensäuren in das Blut zurückkehren und hier vollständig verbrannt werden, gegenwärtig die allgemein herrschende und durch zahlreiche Versuche bewahrheitete ist. Mit den Gallensäuren wird jedenfalls ein Theil des Gallenfarbstoffs, werden die löslichen Salze und das Wasser in das Blut resorbirt, während der Gallenblasenschleim, die unlöslichen mit dem Schleime verbundenen Erdsalze, und auch ein in seiner Natur veränderter Theil des Gallenfarbstoffs den Darmcanal durchwandern, und mit den Fäces entleert werden. Allein der Gehalt der letzteren an Choloidinsäure, Dyslysin und Taurin beweist zur Genüge, dass im Darme selbst auch ein Theil der Galle zersetzt wird, und die Producte dieser Zersetzung den Organismus verlassen. Der in das Blut übergetretene Theil der Galle tritt auch wohl mit dem Harn aus, wenn das Blut nicht die Bedingungen seiner Oxydation darbietet, so bei Icterus nach Injection von Galle (dann namentlich der Gallenfarbstoff). Für gewöhnlich aber werden diese Stoffe im Blute rasch oxydirt. Ob das Taurin, welches man im Lungen- und Nierengewebe gefunden hat (Cloëtta), als Product einer Metamorphose der dem Blute zugeführten Gallenbestandtheile anzusehen ist, ist gegenwärtig nicht zu entscheiden, während die Hypothese, die Hippursäure des Harns sei das Product der Vereinigung der Benzoësäure und des aus der Glykocholsäure sich abspaltenden Glycins wenigstens in den vorhandenen Beobachtungen einigen, wenn auch gerade nicht sehr sicheren Ankergrund findet (Frerichs, Kühne, Hallwachs).

Physiologische Bedeutung der Galle.

Physiologische Bedeutung.

Wenn man bedenkt, dass ein so bedeutendes Organ wie die Leber zur Gallenbereitung dient, und wenn man sieht, wie die Natur für Ansammlung dieses Secrets so gut gesorgt hat, so muss man von einem auch noch so gemässigten teleologischen Standpunkte aus es mindestens sehr unwahrscheinlich finden, dass dieser ganze Apparat zu weiter nichts

dienen solle, als dazu, ein Excret zu schaffen. Auch sollte man glauben, die physiologische Bedeutung dieses Secretes, seine Rolle im Lebensprocess, müsse längst aufgeklärt sein. Dem ist aber keineswegs so. Lange Jahre hat man sich darüber gestritten, ob die Galle einfach die Bedeutung eines Auswurfsstoffs habe, oder ob sie eine bestimmte physiologische Function habe, in welchem Verhältniss sie zur Verdauung stehe u. s. w., und auch heute ist man über ihre physiologische Bedeutung noch keineswegs in vollkommener Uebereinstimmung. Während nämlich einige Physiologen ihr eine Bedeutung als Verdauungsflüssigkeit zuschreiben, indem sie sich dabei darauf berufen, dass sie Fette, wenngleich nicht in erheblichem Maasse, zu lösen vermag, — dass sie antiseptisch wirkt, und auf dieser Thatsache fussend eine ihrer Functionen darin sehen wollen, die faulige Zersetzung der Ingesta zu verhindern, — und endlich eine auch keineswegs untergeordnete Function derselben darin erblicken, dass sie die Säure des Magensaftes, welche mit den Speisen ins Duodenum gelangt, zu tilgen habe, — sprechen ihr Andere alle und jede directe Betheiligung bei den Verdauungsvorgängen ab, indem sie geltend machen, dass die lösenden Kräfte der Galle auf Nahrungsmittel sehr gering oder wohl auch = 0 sind, dass ihr Nutzen zur Lösung und Emulsionirung der Fette schon deshalb ein nur sehr untergeordneter sein müsse, weil der pancreatische Saft diese letztere Wirkung in viel höherem Grade entfalte. Auch der Nutzen der Galle als Antisepticum sei ein illusorischer, da das Fortleben mit Gallenfisteln versehener Hunde zur Genüge beweise, dass die Fäulniss der Ingesta im Darmcanal die Ernährung nicht wesentlich beeinträchtige. Der Umstand, dass die Galle das Blut nur zeitweilig verlässt, und in dieser Zwischenzeit im Darme verweilt, aus welchem man teleologisch die Nothwendigkeit der Galle im Darm hat ableiten wollen, ist nach der Ansicht vieler Physiologen kein Beweis für dieselbe. Ganz abgesehen davon, dass die Galle im Blute gar nicht präformirt ist, sondern vielmehr erst in der Leber aus den Elementen des Blutes in ihrer Wechselwirkung mit den Leberzellen erzeugt wird, sei es sehr wohl denkbar, dass die Galle in der Leber nicht für den Darm gebildet wird, sondern nur ein Nebenproduct des wesentlichen Vorgangs in der Leber: der Blutbildung, ist, dass aber dieser Abfall, nachdem er im Darm theilweise verändert worden ist, ohne in irgend eine Beziehung zu dem Verdauungsprocess zu treten, ins Blut zu weiterer Theilnahme am Stoffwechsel wieder aufgenommen wird.

Bei reiflicher Würdigung der Verhältnisse lässt es sich in der That nicht verkennen, dass die Gründe, welche für eine directe Betheiligung der Galle bei der Verdauung beigebracht wurden, von geringem Gewichte sind. Anderseits aber steht Zweierlei fest: einmal, dass die Galle, ihrer Hauptmenge nach in die Circulation zurückkehrend, als ein Auswurfsstoff nicht angesehen werden kann, und dann, dass sie sich zwar nur in indirecter, aber sehr wirksamer Weise an der Resorption der Fette betheiligt. Es ist durch Liebig, sowie später noch genauer

durch Bidder und Schmidt erwiesen, dass der bei weitem grösste Theil der Galle, fast alles Wasser und etwa $^7/_8$ der festen Bestandtheile derselben aus dem Darme ins Blut zurückkehrt. Diese wiederaufgesogene Gallenmenge bildet demnach einen erheblichen Theil der Einnahme des Organismus, welcher keinenfalls, ohne störend in den Gang des Stoffwechsels einzugreifen, ohne Ersatz in Wegfall kommen kann. Wo dieser Ersatz durch gesteigerte Resorption von Nahrungsstoffen herbeizuführen ist, kann der nachtheilige Einfluss der Gallenentziehung compensirt werden, wo nicht, muss dieser Verlust den Tod herbeiführen (Funke). Anderseits ist es durch die Versuche von Wistinghausen, Bidder und Schmidt erwiesen, dass die Galle die Resorption der Fette aus dem Darme wesentlich befördert. Es wird nämlich, wie vielfache Versuche gezeigt haben, die Resorption der Fette bedeutend beschränkt, wenn die Galle nicht in den Dünndarm treten kann, sei es, dass sie durch eine Fistel nach aussen geführt wird, oder dass der Ausführungsgang der Leber verstopft ist (Brodie, Tiedemann und Gmelin, Bidder und Schmidt). Der Beweis für die Minderung der Fettaufnahme während des aufgehobenen Gallenzuflusses wird dadurch geführt, dass der aus dem Dünndarm kommende Chylus fettärmer, und der Koth entsprechend fettreicher ist. Auf welche Weise dagegen die Anwesenheit der Galle die Fettresorption befördert, ist nicht entschieden; jedenfalls geschieht es nicht durch eine chemische Veränderung des Fettes, sondern sehr wahrscheinlich durch Aenderung der endosmotischen Verhältnisse, sei es, dass die in die Schleimhaut eindringende Galle die Porenform ändert und die Festigkeit des Gewebes verringert, oder die Porenoberfläche schlüpfriger macht, oder sei es, dass durch ihre Anwesenheit die Reibung zwischen Porenwand und Fett vermindert wird, oder dadurch die Fetttröpfchen geeigneter gemacht werden, sich den Formen der Porencanälchen anzuschliessen, indem die Galle die sogenannte Tropfenspannung des Fettes herabsetzt (Ludwig).

Nachweis der Galle.

Bei verschiedenen pathologischen Zuständen finden sich geringe Mengen von Galle, d. h. eigentlichen Gallensäuren in thierischen Flüssigkeiten. Man weist die Gallensäuren stets am sichersten durch die Pettenkofer'sche Reaction: mittelst Zucker und Schwefelsäure, nach, allein es muss dieser Reaction selbst die Isolirung der Gallenbestandtheile und namentlich die Entfernung gewisser die Reaction störender Stoffe vorhergehen. Zuweilen sind neben Gallensäuren auch die Pigmente der Galle vorhanden, zuweilen nur letztere. Es muss daher auch die Prüfung auf letztere vorgenommen werden, welche (vergl. S. 189) in der Anwendung von salpetrige Säure haltender Salpetersäure beruht. Das Pettenkofer'sche Reagens nämlich zeigt nicht die Gegenwart von Gallenpigmenten, sondern nur von Gallensäuren an, während die Reaction auf Gallenfarbstoff ebenfalls eine eigenthümliche ist.

Nachweis der Galle.

a. der Gallensäuren.

Sind Gallenbestandtheile im Blute oder in andern eiweisshaltigen Flüssigkeiten nachzuweisen, so ist es unumgänglich nothwendig, die eiweissartigen Körper vollkommen ausser Spiel zu bekommen, da diese mit Zucker und Schwefelsäure eine ähnliche Färbung geben wie Galle. — Hat man es mit Blut zu thun, so nimmt man eine Parthie des Serums, setzt einen bis zwei Tropfen Essigsäure zu, verdampft im Wasserbad zur Trockne, und erschöpft den Rückstand mit Alkohol von 0,83. Sind andere eiweisshaltige Flüssigkeiten zu untersuchen, so kann man auch, wenn der Eiweissgehalt nicht zu bedeutend ist, die Flüssigkeit nach Zusatz von etwas Essigsäure in der Kochhitze coaguliren, das Filtrat zur Trockne verdampfen, und wie oben mit Alkohol erschöpfen.

In beiden Fällen wird nun der alkoholische Auszug im Wasserbad bis nahe zur Trockne verdampft, der Rückstand in wenig Wasser aufgenommen, in eine Proberöhre gebracht, und mit 2 bis 3 Tropfen einer Zuckerlösung (1 Thl. Zucker auf 4 Thle. Wasser) vermischt. Ist diess geschehen, so setzt man reine concentrirte, namentlich von schwefliger Säure freie Schwefelsäure tropfenweise mit der Vorsicht zu, dass durch einen zu raschen Zusatz der Säure nicht etwa die Temperatur des Gemisches viel über 50° C. steigt. Bei Gegenwart von Galle wird sich die Flüssigkeit anfänglich trüben, dann wieder klar und zugleich gelb, bald darauf aber blass kirschroth, dunkel carminroth, und endlich prächtig purpurviolett werden. Wenn die angegebene Reaction nicht augenblicklich eintritt, so darf man noch nicht auf die Abwesenheit der Galle schliessen, sondern man muss die Röhre ruhig hinstellen, und einige Zeit zuwarten, da die erwähnte Färbung, namentlich bei zu vorsichtigem Zusatz der Säure, oft erst nach einigen Minuten, ja noch später eintritt. — Hat man Grund, nur Spuren von Galle in einer Flüssigkeit vorauszusetzen, und enthält das alkoholische Extract viele färbende Substanzen, so kann man die Reaction auch auf einem geräumigen Uhrglase vornehmen, wo dann die Färbung besonders deutlich wird, wenn man das Uhrglas auf einen Bogen weisses Papier stellt und von oben durchsieht.

Sind Gallenbestandtheile im Harn nachzuweisen, so kann man, wenn derselbe kein Eiweiss enthält, die Reaction mit dem ursprünglichen Harn vornehmen; besser ist es jedoch immer, den alkoholischen Auszug anzuwenden, und genau wie oben zu verfahren. Enthält der Harn Eiweiss, so ist dieses vorher durch Coagulation, unter vorgängigem Zusatz von etwas Essigsäure, zu entfernen.

Hat man endlich in festen oder breiartigen Stoffen, z. B. Excrementen, Galle zu suchen, so kann man diese ebenfalls mit Alkohol extrahiren und wie oben weiter verfahren. Zuweilen dürfte es jedoch zweckmässiger sein, vorher die Substanz im Wasserbad zur Trockne zu bringen und erst dann mit Alkohol u. s. w. zu behandeln.

b. Gallenfarbstoff.

Gallenfarbstoff. Das Verfahren zur sicheren Nachweisung des Gallenfarbstoffs ist ebenfalls je nach der Natur der Objecte ein modificirtes. Ist er im Harn nachzuweisen, so verfährt man wie folgt:

Man gebe eine Probe Harn am besten in ein unten spitz zulaufendes Reagensgläschen, und setze unter sorgfältiger Vermeidung jeder Erschütterung salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure tropfenweise und mit der Vorsicht zu, dass man die Säure nicht direct in die Flüssigkeit bringt, sondern an den Wandungen des Gläschens herablaufen lässt; ist Cholepyrrhin, d. h. jene Modification des Gallenfarbstoffs zugegen, welche mit Salpetersäure die oben erwähnte Reaction giebt, so wird sich in der Spitze des Reagensgläschens eine Zone bilden, die von Grün in Blau, Violett, Roth und Gelb übergeht. Salpetersäure, die frei von salpetriger Säure ist, bringt die Reaction nicht hervor. — Ist die Menge des Gallenfarbstoffs sehr gering, so lässt zuweilen auch salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure im

Stiche; in diesem Falle wird aber dennoch die Reaction eintreten, wenn man eine Mischung von ungefähr gleichen Theilen Salpetersäure und concentrirter Schwefelsäure anwendet.

Ist jene Modification des Gallenfarbstoffs zugegen, die die erwähnten Farbenveränderungen mit Salpetersäure nicht zeigt, so lässt sich die Gegenwart des Pigments dadurch entdecken, dass man den Harn mit basisch-essigsaurem Bleioxyd versetzt; es entsteht ein gefärbter Niederschlag, welcher auf einem Filter gesammelt, getrocknet, und mit schwefelsäurehaltigem Alkohol extrahirt wird. War Gallenfarbstoff zugegen, so färbt sich der Alkohol grün (Schwertfeger); versetzt man gallenfarbstoffhaltigen Harn mit Chlorbaryum, und kocht den Niederschlag mit Alkohol und etwas Salzsäure, so nimmt der Alkohol eine grüne Farbe an (Scherer).

Setzt man solchem Harn eine Eiweisslösung zu (wenn er nicht solches schon enthält) und dann Salpetersäure, so zeigt das Coagulum eine blaugrüne Färbung. Auch das durch Kochen coagulirte Eiweiss zeigt in diesem Falle zuweilen eine solche Färbung (Heller).

Bei albumin- und gallenfarbstoff-haltigem Harn empfiehlt Heller noch folgende Methode:

In ein Becherglas gebe man einige Grammes Salzsäure, und schütte von dem zu prüfenden Harn unter Umrühren tropfenweise so lange zu, bis das Albumin zu coaguliren beginnt, sodann setze man unter Umrühren Salpetersäure zu; war Gallenfarbstoff zugegen, so wird eine deutliche grüne Farbe hervortreten.

Die angegebenen Methoden finden auch für den Nachweis des Gallenfarbstoffs im Schweiss und Speichel Anwendung.

2) Blut, welches Gallenfarbstoff in irgend erheblicher Menge enthält, zeigt nach der freiwilligen Gerinnung des Faserstoffs gewöhnlich ein dunkles, hochgelb, bräunlich oder auch wohl grünlich gefärbtes Serum, welches nach dem Abdampfen einen mehr oder weniger deutlich grünen Rückstand giebt, der an Alkohol den Farbstoff abgiebt.

Setzt man zum Serum Salpetersäure, so ist, wie diess auch bei eiweisshaltigem Harn der Fall ist, das Coagulum blaugrün gefärbt, geht aber auch nicht selten die Farbenübergänge in Roth und Gelb ein. Auch die Schwertfeger'sche Methode lässt sich zum Nachweis des Gallenfarbstoffs im Blut benutzen. Ebenso verfährt man bei serösen Flüssigkeiten.

Der Gallenpigmentgehalt der Gallensteine giebt sich durch eine mehr oder minder braune Farbe derselben, und durch ihre vollständige oder theilweise Löslichkeit (je nachdem sie ganz oder zum Theil aus Gallenfarbstoff bestehen) in Kalilauge zu erkennen; die alkalische Lösung ist gelbbraun, dunkelt an der Luft nach, und wird durch Salzsäure grün gefällt; der Niederschlag löst sich in Salpetersäure mit rother, in Alkalien mit grüner Farbe auf. In der ursprünglichen alkalischen Lösung bewirkt Salpetersäure meist die mehrfach erwähnten Farbenveränderungen.

Literatur zur Chemie der Galle: Lehmann: Zoochemie. Leipzig 1858. S. 38 (enthält sehr vollständige Literaturangaben). — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. 1852. 98. — H. Nasse: Progr. Marburgi 1851: Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia et indole. — Arnold: Zur Physiologie der Galle. 1854. — Kölliker u. Müller: Bericht über die in der physiolog. Anstalt der Universität Würzburg angestellten Versuche. 1856. — Frerichs: Beitr. zur phys. u. path. Chem. der Galle. Hannov. Annal. V. Jahrg. 1stes Heft. — Gorup-Besanez: Untersuchungen über Galle. Habilitationsschr. Erlangen 1846. — Stackmann: Questiones de bilis copia, Diss. Dorpat. 1849. — Lenz: De adipis concoctione et Literatur.

absorptione, Diss. Dorpat. 1850. — Schellbach: De bilis functione, Dissert. Dorpat. 1850. — Gorup-Besanez: Prager Vierteljahrschr. Bd. IV. S. 86. — Schlossberger: Ann. d. Chem. u. Pharm. CII. S. 91. — Scherer: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. zu Würzb. VII, 269. — Schlossberger: Ann. d. Chem. u. Pharm. CVIII, 66. — Wetherill: Journ. f. prakt. Chem. LXXVI, 61. — Dalton: American Journal 1857. Oct. (Schmidt's Jahrb. Bd. 101. S. 31). — Marcet: Medical times 1858. Aug. — Schäfer: Wiener Zeitschrift der Aerzte. N. F. II. S. 45. — Schlossberger: Ann. d. Chem. u. Pharm. CX, 244. — Nasse: Arch. f. wissensch. Heilkunde. IV, 445.

X. Chemie des Bauchspeichels.

Das reine Secret der Pancreas oder Bauchspeicheldrüse, sowie man es durch Anlegung permanenter Fisteln des Wirsung'schen Ganges erhält, besitzt nachstehende Eigenschaften.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der Bauchspeichel stellt eine klare, klebrige, farblose, alkalisch reagirende geruchlose Flüssigkeit dar von fade laugenhaftem Geschmack, beim Schütteln schäumend und von einem je nach der Dauer der Absonderung sehr schwankenden specifischen Gewichte. (Damit im Widerspruch steht die Angabe C. Schmidt's, der zufolge das specifische Gewicht des Bauchspeichels nur zwischen 1,010 bis 1,011 schwanken soll.)

Eigenthümliche Formbestandtheile enthält der Bauchspeichel nicht, doch beobachtet man bei der mikroskopischen Untersuchung darin gewöhnlich halb zerstörte Drüsenzellen (Donders).

Chemische Bestandtheile des Bauchspeichels.

Chemische Bestandtheile.

Die im Bauchspeichel nachgewiesenen chemischen Bestandtheile sind: Wasser, Pancreatin (ein durch einige Reactionen und durch seine Fermentwirkungen von Albumin und Casein sich unterscheidendes Albuminat), Leucin, ein butterartiges Fett, in Alkohol lösliche Extractivstoffe, und anorganische Salze: Chlornatrium, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Kalk- und Bittererde, kohlensaure Kalkerde und geringe Mengen von phosphorsaurem Eisenoxyd. Cl. Bernard giebt unter den anorganischen Bestandtheilen des pancreatischen Saftes vom Hunde auch kohlensaures Natron an. Er sowie Kröger fanden auch Chlorkalium. In dem Bauchspeichel einer Icterischen, den er aus dem stark erweiterten Drüsengange gewann, fand Hoppe Harnstoff.

Von aussen dem Organismus einverleibt, geht Jodkalium ziemlich rasch in den Bauchspeichel über, rascher als in Harn und Galle (Cl. Bernard). Zinkoxyd wurde in einzelnen Fällen ebenfalls darin wiedergefunden (Michaelis).

Allgemeines chemisches Verhalten des Bauchspeichels.

Bis auf 72° C. erhitzt, scheidet der Bauchspeichel ein aus weissen Flocken bestehendes Coagulum ab, auch gerinnt er wohl ganz zu einer compacten weissen Masse (Magendie, Cl. Bernard). Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Metaphosphorsäure, Metallsalze, Chlor, Brom, Jod, Jodwasserstoffsäure, Gerbsäure und Alkohol bewirken Niederschläge. Der durch Alkohol und Methylalkohol entstehende Niederschlag löst sich in zugesetztem Wasser auf, der durch Salpetersäure entstandene in überschüssiger Säure. Kali, Ammoniak und kohlensaure Alkalien hindern die Coagulation durch Hitze, Alkalien lösen ferner das durch Kochen oder Alkoholzusatz entstandene Coagulum wieder auf. Essigsäure, Milchsäure, verdünnte Salzsäure, schweflige Säure, gewöhnliche Phosphorsäure bewirken keine Veränderung. Setzt man den Bauchspeichel einer Temperatur unter 0° C. aus, so scheiden sich aus der Flüssigkeit vor dem Erstarren Gallertgerinnsel aus, welche schwächer alkalisch reagiren als die restirende Flüssigkeit.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Bei mittlerer Temperatur geht der Bauchspeichel schon nach wenig Stunden an der Luft in Fäulniss über; wenn diese Zersetzung beginnt, erlangt der Bauchspeichel die Fähigkeit, sich mit etwas Chlorwasser gemischt rosen- bis weinroth zu färben. Bei weiterer Zersetzung verschwindet diese Reaction, dann aber bringt salpetrige Säure haltende Salpetersäure eine ähnliche Röthung hervor (Cl. Bernard).

Das Pancreassecret hat in eminentem Grade die Eigenschaft, Stärkmehl in Zucker und zwar in Traubenzucker zu verwandeln; diese Verwandlung erfolgt beinahe augenblicklich, und bezieht sich ebensowohl auf rohes als auf gekochtes Stärkmehl; eine andere fermentähnliche Wirkung desselben ist die, neutrale Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zu zerlegen. Diese Eigenschaften kommen auch der wässerigen Lösung der im Bauchspeichel durch Alkohol entstehenden Niederschläge zu (Pancreasdiastase). Siedhitze, Chlorwasserstoff-, Salpeter-, Metaphosphorsäure, Quecksilberchlorid heben die Fermentwirkung auf; Essigsäure, schweflige Säure, gewöhnliche Phosphorsäure, Kali, Ammoniak schon beim Zusatz weniger Tropfen. Die durch Metallsalze, Chlor, Jodwasserstoff etc. entstehenden Niederschläge sind ebenso wie die darüberstehende Flüssigkeit ohne Fermentwirkung.

Dagegen besitzt der durch neutrales essigsaures Bleioxyd entstehende Niederschlag ebenso wie die darüberstehende Flüssigkeit Fermentwirkung. Strychnin-, Morphin-, Cinchoninsalze, Salicin, Amygdalin, Harnstoff, Aether, Blausäure, Galle, reine krystallisirte Galle, Magensaft beeinträchtigen die Fermentwirkung nicht. Die sich bei starker Abkühlung des Pancreassecretes (unter 0° C.) bildenden gallertigen Gerinnsel besitzen stärkere Fermentwirkungen wie das ursprüngliche Secret. Auf Glasplatten oder in flachen Schalen, in dünnen Schichten im Vacuum, trocknet der Bauch-

speichel zu durchscheinenden, mundleimähnlichen Massen ein, die in Wasser aufquellen, sich klar lösen, und fast in gleichem Grade Stärke umwandeln, wie der ursprüngliche Saft.

Mit Fetten geschüttelt, emulsionirt der Bauchspeichel dieselben permanent, d. h. es bleiben die durch Schütteln gebildeten Fetttropfen getrennt (Eberle, Cl. Bernard).

Der Bauchspeichel löst endlich bei Körperwärme gekochtes Albumin, Syntonin, Fibrin, gefälltes Casein, Para- und Dyspepton auf und verwandelt sie in Peptone. Mit dieser Wirkung verliert der Bauchspeichel selbst die Fähigkeit, in der Hitze zu gerinnen. Die verdauende Kraft des Bauchspeichels ist aber geringer wie die des Magensaftes, und ausserdem von gewissen Bedingungen abhängig: das Secret muss von einer gesunden Drüse herrühren, es muss schwach angesäuert werden, und wenn zu dem Versuch ein Pancreas-Infusum verwendet wird, so muss es mit der Drüse eines in Verdauung begriffenen Thieres bereitet sein (Meissner, Corvisart). Das neutrale oder alkalische Extract der Pancreas und ebenso der natürliche Bauchspeichel lösen die Albuminate nicht (Keferstein, Hallwachs, Meissner). Leimgebende Gewebe sollen durch das Pancreasextract ebenfalls gelöst werden.

Die Wirkung des Bauchspeichels auf Albuminate unterscheidet sich dadurch wesentlich von der des Magensaftes, dass dabei nur Peptone und keine Parapeptone gebildet werden, und dass der Bauchspeichel auch ihm dargebotene Parapeptone und das Dyspepton des Caseins in Peptone umwandelt.

Doch sind über das Verhalten des Bauchspeichels noch mancherlei Widersprüche zu lösen.

Quantitative Zusammensetzung des Bauchspeichels.

Quantitative Zusammensetzung.

Da man reinen und frischen Bauchspeichel auf keine andere Weise gewinnen kann, als indem man Fisteln des Wirsung'schen Ganges anlegt, so kennt man dieses Secret überhaupt nur von Thieren genauer, und es beziehen sich natürlich auch die quantitativen Analysen nur auf Bauchspeichel von Thieren. Die genauesten Analysen sind die von C. Schmidt angestellten, und zwar mit dem Bauchspeichel von Hunden, und dieselben sind auch deshalb von Werth, weil sie die Abhängigkeit der quantitativen Zusammensetzung des Bauchspeichels von der Absonderungsdauer und Absonderungsgeschwindigkeit erläutern. Wir stellen die C. Schmidt'schen Analysen im Folgenden tabellarisch zusammen:

Bauchspeichel von Hunden.

Bestandtheile für 1000 Theile	Aus bleibender Fistelöffnung gewonnen				Durch Eröffnung des Bauchspeichelganges gewonnen	
	I.	II.	III.	Mittel	I.	II.
Wasser	976,78	979,93	984,63	980,45	900,76	884,4
Feste Stoffe	23,22	20,07	15,37	19,55	99,24	115,6
Pancreatin	16,38	12,45	9,21	22,71	90,44	—
Salze	6,83	7,52	6,16	6,84	8,80	—
Natron (an Pancreatin gebunden)	3,818	2,858	3,249	3,31	0,58	—
Chlornatrium	1,917	3,484	2,110	2,50	7,35	—
Chlorkalium	1,008	1,059	0,738	0,93	0,02	—
Phosphorsaurer Kalk	0,051	0,100	0,051	0,07	0,41	—
Phosphorsaure Bittererde mit Spuren von Eisenoxyd	0,024	0,006	0,005	0,01	0,12	—
Phosphorsaures Natron (dreibas.)	0,015	—	—	0,01	—	—
Kalk (an Pancreatin gebunden)	—	—	—	—	0,32	—
Bittererde (desgleichen)	—	0,015	0,006	0,01	—	—

Nach den Resultaten dieser Analysen findet beim Bauchspeichel ein ähnliches Verhältniss statt wie beim Mundspeichel; es nimmt nämlich der Wassergehalt des Secretes mit der Secretionsdauer um ein Beträchtliches zu, doch hat diese Zunahme eine Grenze, jenseits welcher es keine weitere Veränderung erfährt, wie sich diess aus Beobachtungen ergiebt, die unter Ludwig's Leitung von Weinmann angestellt wurden. Bei Weinmann's Versuchen fiel der Wassergehalt von 98 auf 94 Proc., als die in der Minute abgesonderte Saftmenge von 0,5 Grm. auf 0,05 Grm. sank, er erhielt sich dagegen unverändert auf 98 Proc., als das Gewicht des in der Minute abgesonderten Saftes von 0,5 auf 2,2 Grm. stieg. Dabei kommen wie beim Mundspeichel auch beim Bauchspeichel die Differenzen vorzugsweise auf Rechnung der organischen Bestandtheile, während die Salze geringeren Schwankungen ausgesetzt sind.

Die grossen Abweichungen in den früheren Analysen des Pancreassecretes und den neueren erklären sich daraus zur Genüge.

Erst seitdem es Ludwig's Bemühungen gelungen ist, eine Methode der Anlegung von permanenten Pancreasfisteln aufzufinden, hat man diese Verhältnisse kennen gelernt.

Ueber die Abhängigkeit der Zusammensetzung des Pancreassecretes von anderen physiologischen und von pathologischen Verhältnissen sind Untersuchungen nicht angestellt.

Bildung des Bauchspeichels.

Bildung.

Die Physiologen glauben durch mikrochemische Reactionen nachgewiesen zu haben, dass das Pancreatin in den Zellen des Epitheliums bereits vorhanden sei, demnach würde es auch wohl in diesen gebildet. Dass der Bauchspeichel das Product der Drüsenthätigkeit sei, geht jedenfalls daraus hervor, dass der ihm eigenthümliche Fermentkörper im Blute nicht vorhanden ist. Der Chemismus, welcher dabei stattfindet, ist uns aber gänzlich unbekannt.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung.

Eine physiologische Function des Bauchspeichels, über die alle Physiologen einig sind, ist die, das Stärkmehl der in den Dünndarm gelangenden Nahrungsstoffe in Zucker zu verwandeln. Dass derselbe diese Wirkung ausüben muss, ergiebt sich einerseits aus seinem bedeutenden Saccharificationsvermögen überhaupt (nach den Versuchen von C. Schmidt wandelt 1 Grm. Bauchspeichel 4,672 Grm. Stärke in Zucker um) und dann aus dem Umstande, dass dieses Vermögen weder durch Magensaft, noch durch Galle beeinträchtigt wird. Allen Beobachtungen zufolge ist die Wirkung des Bauchspeichels auf Stärke eine viel energischere, wie die des Speichels. Ueber die übrigen physiologischen Functionen des Pancreassecretes herrscht jedoch keine Uebereinstimmung. Eine Einwirkung des Bauchspeichels auf Albuminate wurde bis auf die jüngste Zeit, und von sehr gründlichen Forschern geradezu in Abrede gestellt. Durch die Untersuchungen von Corvisart, Schiff, Meissner dürfte aber, obgleich noch Heute sich dagegen Widerspruch erhebt, eine wenngleich untergeordnete Betheiligung des Bauchspeichels an der Verdauung der Albuminate um so wahrscheinlicher geworden sein, als die für die Wirksamkeit des Pancreassecretes von Meissner urgirte Bedingung: schwach saure Reaction, im Inhalte des Duodenums und einem Theil des Jejunums namentlich nach Aufnahme von Albuminaten gegeben ist. Cl. Bernard hat als eine weitere physiologische Function des Bauchspeichels mit grosser Entschiedenheit die betont, die Resorption der Fette zu vermitteln, wobei er sich auf die von ihm zuerst beobachtete Thatsache der Zerlegung der Neutralfette durch Bauchspeichel, auf die emulsionirende Kraft des letzteren, und auf Versuche stützt, denen zu Folge der Uebergang des Fettes in die Chylusgefässe aufgehoben sein sollte, wenn der Bauchspeichel von der Darmhöhle ausgeschlossen wurde. Gegen diese Aufstellung aber haben die meisten Physiologen Widerspruch erhoben. Frerichs, Bidder u. Schmidt und Lenz haben gezeigt, dass das Pancreassecret die Fähigkeit, Neutralfette zu zerlegen, durch die Beimischung von Magensaft vollständig einbüsse, und weder im Chymus,

noch im Chylus irgend erhebliche Mengen freier Fettsäuren nachgewiesen werden können, vielmehr darin immer noch Neutralfette vorkommen; da ausserdem der Bauchspeichel schon in der Mitte des Dünndarms vollständig umgewandelt oder resorbirt ist, so sei auch nicht anzunehmen, dass im Ileum, wo oft neutrale oder alkalische Reaction des Inhalts eintritt, derselbe Fette zu zerlegen noch im Stande sein sollte. Endlich haben Frerichs, Bidder u. Schmidt, Lenz, sowie Colin bei zahlreichen Untersuchungen die Angabe Cl. Bernard's, dass nach Elimination des Bauchspeichels keine Fettaufnahme stattfinde, nicht bestätigt gefunden, vielmehr sahen sie nach Exstirpation des Pancreas, oder nach Anlegung von den Bauchspeichel nach aussen ableitenden Fisteln die Aufnahme des Fettes wenig oder gar nicht beeinträchtigt.

Nach C. Schmidt würde endlich der Bauchspeichel durch seine Betheiligung am intermediären Darmkreislauf die Bewegung der Flüssigkeiten innerhalb des Körpers mit vermitteln; auf Grund allerdings nur an Thieren gewonnener, oder hypothetischer Zahlen nimmt er an, dass die Hälfte des Wassers, und $^2/_3$ der anorganischen Salze des betheiligten Blutes binnen 24 Stunden intermediär durch die Pancreasdrüse in das Darmrohr secernirt, und aus letzterem in den Kreislauf wieder aufgenommen werden, — dass über die Hälfte der vorhandenen Kochsalzmenge sich täglich in Chlorwasserstoff und Natron spalte, von denen jene durch die Magendrüsen, dieses vorzugsweise durch das Pancreas ausgeschieden werde, um im weiteren Verlaufe des Darmrohrs vereinigt, und als Chlornatrium wieder aufgesogen, den Kreislauf wieder zu beginnen.

Literatur zur Chemie des Bauchspeichels: Frerichs: Artikel Verdauung im Handwörterb. der Physiol. III, 842. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. Mitau 1852, 240. — C. Schmidt: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCII, 33. — Kröger: De succo pancreatico Dissert. Dorpat. 1854. — Kölliker u. H. Müller: Zweiter Bericht über die phys. Anst. zu Würzburg. Würzburg 1856. — Cl. Bernard: Mémoire sur le pancreas et sur le rôle du suc pancréatique. Paris 1856. — Ed. Lenz: De adipis concoctione et absorpt. Dissert. Dorpat. 1850. — A. Weinmann: Zeitschr. f. rat. Medicin. N. F. III. p. 247. — Corvisart: Sur une fonction peu connue du Pancreas. Paris 1858. — Meissner: Zeitschr. für rat. Med. 3. Reihe. VII, 17; Derselbe: Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg. Juli 1859. — Keferstein u. Hallwachs: Göttinger Nachr. 1858. Nr. 14. — Bérard: Gaz. méd. de Paris. 1857. Nr. 17. — Bérard et Colin: Ebendas. Nr. 30 u. Nr. 32. — Gaz. hebdomad. T. V. Nr. 4. 1858. M. Schiff: Moleschott's Unters. zur Naturlehre. II, 345. — O. Funke: Schmidt's Jahrb. XCVII. I. p. 21. 1858. — Corvisart: Göttinger Nachr. 1859. Nr. 6. — Hoppe: Arch. für path. Anat. XI, 96. — Skrebitzky: De succi pancreat. ad adip. et albuminat. vi atque effectu Dissert. Dorpati 1859. — Corvisart: Lancet. 1859. I. p. 605. — Derselbe: Zeitschr. f. rat. Medicin. N. F. VII. p. 119. — L'Union méd. 1859. Nr. 87. — Compt. rend. 1859. II. Sem. p. 43. — Brinton: Dubl. quarterly journ. of med. science. 1859. Aug. 194. — M. Schiff: Schmidt's Jahrb. Bd. CV, 269. — Leared: Gaz. méd. 1859. Nr. 46. — Ausserdem finden sich Literaturangaben in Lehmann: Zoochemie. 1858. S. 76 — und Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. II. S. 351, 641, 656. Literatur.

XI. Chemie des Darmsaftes, Darminhalts und der Excremente.

a. Darmsaft.

Darmsaft.

Unter Darmsaft versteht man nicht etwa den je nach der Nahrung und den verschiedensten physiologischen Verhältnissen sehr verschiedenen gemischten Inhalt des Darms, sondern das Secret der schlauchförmigen Drüsen der Darmschleimhaut. Sowie man dieses Secret bisher gewonnen hat, kann es als ein wirklich reines nicht angesehen werden, indem, wenn es auch gelingt, durch Unterbindung der Gallen- und Pancreasgänge diese beiden Secrete auszuschliessen, es immerhin nicht wohl möglich ist, die der Darmschleimhaut anhaftenden oder von ihr eingesogenen Chymusbestandtheile gänzlich ausser Spiel zu bekommen.

Physikalische Charaktere.

Sowie man den Darmsaft bisher erhalten hat, ist er eine fadenziehende, schleimige, farblose, alkalisch reagirende Flüssigkeit, welche an Formelementen einzelne Drüsenzellen, abgestossene Cylinderepithelien, und meist auch wohl Fetttröpfchen enthält.

Die chemischen Bestandtheile des Darmsaftes sind sehr wenig gekannt, und wenn man auf die vorhandenen Beobachtungen einiges Gewicht legen will, auch schwerlich in allen Parthieen des Darmcanals dieselben. Albumin wurde darin von keinem Beobachter gefunden; einen durch Alkohol und essigsaures Bleioxyd fällbaren Körper fanden Bidder u. Schmidt, aber keinen Schleimstoff, während Frerichs in dem glasartigen, in Wasser nur zum Theile löslichen Safte durch Essigsäure bleibende Fällung entstehen sah.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Das allgemeine chemische Verhalten des Darmsaftes war bei den Versuchen von Bidder u. Schmidt nachstehendes: Beim Erhitzen keine Trübung, ebensowenig Niederschlag durch Essigsäure und Ferrocyankalium, Alkohol in grosser Menge zugesetzt (8- bis 10faches Volumen) schied weisse Flocken ab, die sich in Wasser leicht und vollkommen lösten. Die wässerige Lösung des durch Alkohol erzeugten Niederschlags wurde weder durch Salpetersäure, noch durch Salzsäure, Schwefelsäure, Essigsäure und Quecksilberchlorid gefällt, wohl aber in starken weissen Flocken durch neutrales und basisch-essigsaures Bleioxyd; die Bleiniederschläge waren in Essigsäure löslich. Das von Frerichs gewonnene Secret liess sich in Wasser nur schwierig vertheilen, und löste sich darin nur zum geringeren Theile. Das Filtrat wurde in der Siedhitze schwach opalisirend, durch Essigsäure entstand stärkere im Ueberschuss unlösliche Trübung. Alkohol, Gerbsäure und Metallsalze erzeugten Niederschläge.

Verdauende Eigenschaften.

Der Darmsaft besitzt, wie aus den übereinstimmenden Beobachtungen von Bidder u. Schmidt und Busch hervorgeht, verdauende Eigenschaften; er löst nämlich geronnene Albuminate auf, und vermag Stärke in Zucker zu verwandeln.

Von besonderem Werthe für die Constatirung dieser Thatsachen sind die Beobachtungen von **Busch**, die an einem Menschen unter den günstigsten Bedingungen ihrer Beweiskraft angestellt sind. Das zu den Versuchen dienende Individuum hatte eine Darmfistel, die sich am obern Theil des Dünndarms befand. Aus der oberen dem Magen zugewendeten Oeffnung des Darms traten alle Flüssigkeiten, welche vom Magen und Duodenum herabströmten, vollkommen aus, so dass in das untere in den After ausmündende Darmstück auch nicht eine Spur von oben her gelangte. Die Stoffe, deren Verdauung also geprüft werden sollte, konnten demnach durch die untere Mündung des künstlichen Afters in das mit dem Dickdarm verbundene Dünndarmstück eingeführt werden.

Aus den Versuchen von **Busch**, die jene von **Bidder** u. **Schmidt** an Thieren angestellten fast durchwegs bestätigen, ergiebt sich, dass gekochte Albuminate (Fleisch und Eier) unter Entwickelung von Ammoniak und Fäulnisserscheinungen aufgelöst werden, rascher, wenn man sie durch den ganzen Darm wandern lässt, als wenn sie in Tülebeuteln aufgehängt waren. Gekochte Stärke geht leicht in Traubenzucker über, Rohrzucker dagegen bleibt unverändert.

Nach diesen Ergebnissen dürfte eine Betheiligung des Darmsaftes bei der Verdauung wohl anzunehmen sein. *Betheiligung des Darmsaftes bei der Verdauung.*

Die **quantitative Zusammensetzung** des Darmsaftes ist nicht bekannt, und aus zwei Gründen vorläufig überhaupt nicht festzustellen; einmal, weil das Secret nicht frei von Beimengungen erhalten werden kann, und dann auch, weil seine Bestandtheile selbst qualitativ nicht festgestellt sind. *Quantitative Zusammensetzung.*

Die von **Schmidt** und **Zander** mit filtrirtem und nicht filtrirtem Darmsaft von Hunden angestellten Analysen beziehen sich auf einen Darmsaft, der Pancreassecret und Galle neben anderen Stoffen beigemischt enthielt.

C. **Schmidt** und **Zander** fanden in 1000 Theilen solchen filtrirten Darmsafts des Hundes:

Wasser	965,33
Feste Stoffe	34,67
Pancreatin, Darmsaftferment u. unlösliche Salze	9,55
Gallensaure Salze	16,57
Taurin	0,26
Fette	0,70
Extractivstoffe	3,72
Kalium	0,15
Natrium	1,45
Chlor	2,11
Phosphorsaure Erden	0,06

b. Darminhalt.

Chymus des Dünndarms. Unter Chymus im engeren Sinne versteht man den Brei, in welchen die genossenen Nahrungsmittel in Folge *Chymus des Dünndarms.*

der Verdauung umgewandelt werden, und der ausser den verdauten Elementen der Nahrung auch unverdaute und unverdauliche Elemente derselben, und theils unzersetzte, theils bereits metamorphosirte Bestandtheile der Verdauungssäfte, demnach im Magen Magensaft, Magenschleim und Speichel, im Dünndarm aber ausserdem noch Bauchspeichel, Galle und Darmsaft enthält.

Der Chymus des Dünndarms reagirt bald sauer, bald alkalisch, am häufigsten aber neutral (Busch). Er besteht aus festen Partikelchen, flüssigen Fetten und Gasbläschen, welche in einer wässerigen Lösung aufgeschwemmt sind; von dem Chymus des Magens unterscheidet sich der des Dünndarms dadurch, dass bei letzterem die festen Partikelchen kleiner, die Fetttröpfchen ebenfalls feiner vertheilt sind und derselbe durch beigemengte Galle gelb gefärbt ist.

Die aufgeschwemmten Massen bestehen aus unverdauten Speiseresten: Fetttropfen, Stärkekörnern, Muskelfasern, Zellengewebsfibrillen, Muskelprimitivbündeln, Knochen- und Knorpelresten, Pflanzengeweben, Epithelialschuppen, elastischem Gewebe; ferner aus Kalkseifen, harzigen Zersetzungsproducten der Galle, Cholesterin und Schleim. Je weiter sich das Darmrohr vom Pylorus entfernt, desto mehr überwiegen die unlöslichen und unverdaulichen festen Bestandtheile die löslichen. Nach dem Genusse von Backwerk kommen im Inhalte des Dünndarms gewöhnlich Hefenzellen vor.

Die wässerige Lösung enthält sehr häufig Zucker, und zwar Traubenzucker oder Fruchtzucker, nach dem Genusse von Rohrzucker auch diesen (Köbner, Busch), ferner Milchsäure und ihre Salze, namentlich nach dem Genusse von Amylaceis. Die saure Reaction, welche der Chymus des Dünndarms in seinen oberen Parthieen im Duodenum häufig zeigt, rührt zum Theil noch von der Säure des Magensaftes her, ist aber in den tieferen Parthieen durch Michsäurebildung und Säurebildung überhaupt nach Aufnahme vegetabilischer Nahrungsstoffe, und möglicherweise auch durch freigewordene Gallen- und Fettsäuren bedingt. Im Cöcum und Colon findet zuweilen wahre Buttersäuregährung aus Stärkmehl und Zucker statt. Nach Milchgenuss und nach Fettaufnahme ist der Darminhalt gewöhnlich von saurer Reaction. Im wässerigen Auszuge des Chymus des Dünndarms findet sich ferner gewöhnlich noch unzersetzte Galle, von den Zersetzungsproducten derselben: Taurin, ausserdem Leucin, Ammoniaksalze, geringe Mengen von Albuminaten und Peptonen und lösliche Salze. Auch hat man darin nach dem Genusse von Amylaceis geringe Mengen von Dextrin nachgewiesen.

Alkohol zieht aus dem Inhalte des Dünndarms, namentlich seiner tieferen Parthieen, harzartige Zersetzungsproducte der Galle: Choloidinsäure, Cholsäure, Dyslysin und verändertes Gallenpigment aus. Letzteres lässt sich im alkoholischen Auszuge zuweilen

noch durch salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure nachweisen, allein meist ist es schon weiter verändert.

Der Inhalt des Dickdarms nähert sich, aus je tieferen Parthien er genommen wurde, mehr und mehr dem wirklichen Kothe, und wird überhaupt in demselben Maasse ärmer an löslichen Bestandtheilen; lösliche Albuminate, Peptone, Zucker, unzersetzte Galle, lösliche Salze treten immer mehr zurück oder verschwinden gänzlich, die Reaction wird deutlich alkalisch, und von Gallenstoffen finden sich selbst nur wenige in Alkohol lösliche Zersetzungsproducte, meist nur in Aether lösliches Dyslysin. Die unverdaulichen Speisenreste treten hier immer mehr in den Vordergrund. Inhalt des Dickdarms.

Erbrochene Massen.

Die erbrochenen Massen sind wo möglich noch complexerer Natur wie der Chymus; der Natur der Sache nach enthalten sie nicht nur die Secrete der Magendrüsen und Magenschleimhaut, so wie die Flüssigkeiten des Oesophagus und Pharynx, sondern auch die Secrete des hinteren Schlundes und der Mundhöhle, sonach Magenschleim, Magensaft, und Schleim der auf dem Wege liegenden Schleimhäute überhaupt, Parotiden- und Speicheldrüsensecret, ferner die Secrete des oberen Theils des Dünndarms, und der in diesen sich ergiessenden Stoffe, wie z. B. Galle, endlich neben den Contentis des Magens und eines Theils des Dünndarms, Umsatzproducte der halb- oder ganz verdauten Speisen. Erbrochenes.

In Folge pathologischer Processe können sie ferner flüssiges und geronnenes Blut, Gewebsbestandtheile, eigenthümliche Pilz- und Infusorienbildungen, und die mannigfachsten Zellenbildungen aus Pseudoplasmen enthalten.

Die mikroskopischen Elemente, auf die man sonach bei der Untersuchung erbrochener Massen Rücksicht zu nehmen hat, sind folgende:

Epithelialgebilde aller Art, namentlich aber Cylinderepithelien, cytoide Körperchen, Moleculargranulationen, Stärkekörner, Pflanzenzellen und Gefässe, Chlorophyllkörner, Fettbläschen und Fettzellen, Muskelfasern und Primitivmuskelbündel, glatte Muskelfasern, Bindegewebs- und elastische Fasern, gewöhnliche Gährungspilze; ferner: Körnerhaufen, kernhaltige Zellen, endogene Zellenbildungen aus Pseudoplasmen, Pigmentzellen, Blutkörperchen, Faserstoffgerinnsel, endlich Sarcina Ventriculi Goodsir. Letztere findet man am häufigsten, wenn die Speisen vor dem Erbrechen lange im Magen verweilt haben, z. B. bei Magenkrebs.

Die chemischen Bestandtheile des Erbrochenen sind die Bestandtheile des Schleims, Magensafts und Speichels, ferner die Bestandtheile der gerade genossenen Nahrung, letztere sonach sehr wechselnd; ferner Umsatzproducte der Nahrung, sonach: Peptone, Dextrin, Zucker,

flüchtige Fettsäuren, namentlich essigsaure und buttersaure Verbindungen, Milchsäure, frei und gebunden, zuweilen auch freie Essig- und Buttersäure, — weiter Bestandtheile der Galle und zwar ebensowohl Gallensäuren als Gallenfarbstoff (Vomitus aeruginosus), Blutbestandtheile: Albumin, Fibrin, Hämatin (blutiges Erbrechen), Bestandtheile des Eiters, namentlich Pyin, endlich Harnstoff und kohlensaures Ammoniak (in der Cholera und bei Urämie).

Ausserdem die gewöhnlichen anorganischen Salze, vorwiegend aber gewöhnlich Chlormetalle.

Darmgase.

Darmgase. Die im Darmcanal vor sich gehenden Processe sind mehr oder weniger mit Gasentwicklung verbunden, die, wenngleich unter normalen Verhältnissen sehr zurücktretend, im Magen schon beginnt. (Aufstossen). Doch haben die in letzterem und auch die im Dünndarm vorkommenden Gase zum Theil auch ihren Ursprung von aussen, in der beim Kauen und Einspeicheln der Nahrung, beim Verschlucken des Speichels in den Magen gelangenden atmosphärischen Luft. Bedeutendere Gasansammlungen im Magen sind übrigens immer nur pathologischer Art.

In den im Magen enthaltenen Gasen hat man als Bestandtheile Sauerstoff, Stickstoff, Spuren von Wasserstoff, und Kohlensäure nachgewiesen.

Im Gasgemenge des Dünndarms: Kohlensäure, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak. Dieselben Gase wurden im Dickdarm aufgefunden.

Die vorhandenen quantitativen Analysen der im Magen und Darmcanal enthaltenen Gasgemenge können aus verschiedenen Gründen nicht als annähernd wahrer Ausdruck der Zusammensetzung derselben bei gesunden Menschen angesehen werden. Sie sind zum Theil Leichen entlehnt, oder sonst unter ihre Reinheit nicht vollkommen garantirenden Bedingungen gewonnen, zum Theil rührten sie von Thieren her, deren Ernährungsmodus einen Rückschluss auf den menschlichen Organismus kaum gestattet. Endlich stammen diese Analysen zum Theil aus einer Zeit, in der die Methoden der Gasanalyse noch sehr unvollkommene und weit entfernt von jener Genauigkeit waren, die die gegenwärtigen gasometrischen Methoden kennzeichnet.

Wir theilen diese Analysen tabellarisch zusammengesetzt hauptsächlich aus dem Grunde mit, weil sie wenigstens Anhaltspunkte darbieten können.

Darmgase von Menschen.

Bestandtheile für 100 Vol.	Magen. Chevreul	Dünndarm. Chevreul I.	II.	III.	Dickdarm. Chreveul I.	II.	Blinddarm. Chevreul	Mastdarm. Chevreul	Flatus. Marchand I.	II.
Sauerstoff	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stickstoff	71,45	20,08	8,85	66,6	51,03	18,04	67,5	45,96	29,0	14,0
Wasserstoff	3,55	55,53	51,15	8,4	—	11,16	7,5	—	13,5	25,3
Kohlenwasserstoff	—	—	—	—			12,5	11,18	22,0	15,5
(C_2H_4)					5,47					
Schwefelwasserstoff	—	—	—	—		—	—	—	—	1,0
Kohlensäure	14	24,39	40,00	25,0	43,50	70,00	12,5	42,86	36,5	44,5
Ammoniak	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Diese Analysen Chevreul's wurden mit Gasen angestellt, die von hingerichteten gesunden Verbrechern stammten, und alsbald nach dem Tode aufgesammelt wurden. Die Individuen hatten vor dem Tode eine Mahlzeit eingenommen.

Ueber die in dem Darmcanale von älteren Leichen vorkommenden Gasarten hat Chevillot Versuche angestellt. Er fand dieselben Gase wie Chevreul, aber ausserdem auch im Dünndarm und Dickdarm Sauerstoffgas (2 bis 3 Vol. p. C.). Wir unterlassen es, seine quantitativen Analysen mitzutheilen, da sie einen physiologischen Werth nicht beanspruchen können. Durch die Diffusion mit den Gasen des Blutes, und durch die so bald eintretende Fäulniss der Eingeweide müssen nämlich bald nach dem Tode Veränderungen in der Zusammensetzung der Darmgase nothwendig erfolgen.

Auf die Zusammensetzung der Darmgase ist übrigens auch die Nahrung von entschiedenstem Einfluss. So scheint namentlich der Schwefelwasserstoff nach dem Genusse schwefelreicher Nahrung, nach dem Gebrauch von schwefelsauren Salzen, oder Schwefelmetallen, oder endlich von Eisenpräparaten constant aufzutreten. Immer aber ist seine Menge relativ gering.

Bei zwei durch Verblutung getödteten Pferden sammelte Valentin die Verdauungsgase, und bestimmte ihre Zusammensetzung. Er fand folgende Zahlen nach Volumprocenten.

Darmgase von Thieren.

Bestandtheile für 100 Volumproc.	I.					II.			Bemerkungen
	Magen	Dünndarm oberer Theil	Dünndarm unterer Theil	Blinddarm	Mastdarm mittlerer Theil	Magen	Dünndarm mittlerer Theil	Blinddarm	
Sauerstoff	7,2	5,8	5,0	1,3	1,5	0,8	—	1,2	I. Mit Hafer und Heu gefüttertes Pferd.
Stickstoff	44,2	77,3	73,3	10,2	24,4	25,4	48,7	16,3	
Wasserstoff	0,7	—	0,1	4,7	13,8	13,3	—	0,2	
Sumpfgas	0,9	0,5	0,8	4,1	11,8	—	5,0	7,0	II. Mit Hafer gefüttertes Pferd.
Schwefelwasserstoff	2,7	1,6	1,4	2,0	0,5	4,9	4,5	3,7	
Kohlensäure	44,3	18,8	19,4	77,7	47,9	55,6	41,8	71,6	

Ueber neuere nach exacteren Methoden ausgeführte quantitative Analysen der Verdauungsgase, die erst während des Drucks dieses Werkes bekannt geworden sind, vgl. weiter unten bei der Verdauung die dort zusammengestellten Angaben.

c. Excremente. Fäces.

Excremente.

Die aus dem Mastdarm in der Gestalt der Excremente tretenden Stoffe bestehen aus unverdauten und unverdaulichen Nahrungsresiduen, und aus den im Darmcanal abgesonderten und theilweise metamorphosirten Substanzen, wie Galle, Bauchspeichel, Darmschleim und Darmsaft. Von diesen Secreten wird die Galle, wie bereits gezeigt wurde, zum grossen Theil wieder in das Blut resorbirt, und nur ein geringer Theil derselben wird im Darmcanal zu harzigen und anderen Zersetzungsproducten umgewandelt, und findet sich in den Excrementen; dasselbe gilt vom Bauchspeichel.

Die Excremente enthalten in wechselnden Verhältnissen Festes und Flüssiges. Das Flüssige gewinnt über das Feste um so mehr das Uebergewicht, je rascher die Speisen durch den Darmcanal gegangen sind, je mehr der aufsaugende Apparat in seiner Thätigkeit beschränkt ist, je mehr Stoffe im Darmrohr enthalten sind, die grosse Affinität zum Wasser besitzen, und die mit geringer Geschwindigkeit durch die Darmwand in die Blut- und Lymphgefässe treten.

Mikroskopische Elemente.

Man findet bei ihrer mikroskopischen Untersuchung Epithelialgebilde und überhaupt die bereits oben erörterten morphotischen Bestandtheile des Schleims; letztere bei catarrhalischen Diarrhöen oft in so bedeutender Menge, dass die Stühle dadurch ein milchiges Aussehen erlangen (Chylorrhëa), man findet ferner die Elementarformbestandtheile der Nahrungsresiduen, als: Pflanzenzellen und Spiralgefässe, Stärkmehlkörner, Primi-

tivmuskelbündel, parallelopipedische Stücke derselben gewöhnlich gelb tingirt, Bindegewebsfasern, Fettbläschen und Fettzellgewebe; in Folge pathologischer Processe im Darm und auf der Darmschleimhaut können ferner die Excremente Gewebsbestandtheile der Membranen des Darms, Exsudatmassen, Blutkörperchen und Faserstoff, endogene Zellenbildungen u. s. w. enthalten. Infusorien und Pilze sind ferner eine ebenso wenig seltene Erscheinung in den Excrementen, als Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde.

Chemische Bestandtheile.

An chemischen Bestandtheilen hat man folgende nachgewiesen: Wasser, — geringe Mengen von Albuminaten (nicht constant), Fette (zuweilen in bedeutender Menge) von palmitinähnlicher Consistenz (Fettstühle), — Kalk- und Magnesiaseifen, — Excretin, — Cholesterin, — flüchtige Fettsäuren, worunter Buttersäure und Essigsäure, — Milchsäure, alle diese Säuren ganz oder zum Theil an Basen gebunden, — Traubenzucker (zuweilen) — gallensaure Salze (glykochol- und taurocholsaures Natron) nur dann, wenn die Speisen den Darmcanal rasch durchlaufen, bei catarrhalischen Diarrhöen, nach dem Gebrauche von salinischen Abführmitteln, bei Tuberculose, und wenn reichlichere Gallensecretion stattfindet, — Gallenfarbstoff (meist verändert), — Taurin, — Dyslysin und Choloidinsäure, — und anorganische Salze, worunter wenig lösliche: Chlornatrium und Chlorkalium, kohlensaure und schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, Eisen und Kieselerde. Nur wenn die Speisen den Darmcanal sehr rasch durchlaufen, gehen lösliche Salze in erheblicherer Menge mit dem Kothe ab.

In blutigen und eitrigen Stühlen finden sich ausserdem noch die Bestandtheile des Blutes und Eiters; die Excremente nach Calomelgebrauch enthalten häufig unzersetzte Galle; beinahe constant aber Schwefelquecksilber; Stühle nach dem Gebrauch von Eisenpräparaten oder eisenhaltigen Mineralwassern enthalten einfach — Schwefeleisen.

Die Excremente beim dysenterischen und Choleraprocess sind als Darmcapillartranssudate anzusehen, die bei Dysenterie sehr reich an Albumin, bei Cholera aber sehr arm an Albumin und reich an löslichen Salzen, besonders Chloralkalien sind. Auch die Typhusstühle sind reich an Chloralkalien, und enthalten lösliches Albumin.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Allgemeines chemisches Verhalten. Normale menschliche Fäces nach gemischter Kost sind von teigartiger oder breiiger Consistenz und dunkel gelbbrauner Farbe, nach reiner Fleischkost noch dunkler, nach Milchgenuss gelb, nach dem Gebrauch von Calomel grün, von beigemengtem Schwefelquecksilber und Gallenpigment, ebenso auch grün nach Gebrauch von Eisenpräparaten, und von Indigo, schwarz zuweilen nach dem Gebrauch von Eisenpräparaten, lichtgelb nach dem Gebrauch von Gummigutt, Rheum und Safran. Der Geruch der Excremente ist ein eigenthümlicher, und soll nach Einigen von flüchtigen Fettsäuren herrühren.

Wahrscheinlicher ist es, dass er von einem flüchtigen Körper herrührt, der sich auch bei dem Schmelzen von Albuminaten mit kaustischen Alkalien entwickelt, und frappant den Geruch der Fäces zeigt.

Die Reaction der Fäces ist häufig sauer, oft aber auch neutral oder alkalisch. An Wasser, Alkohol und Aether geben die Excremente verhältnissmässig wenig ab, durch verdünnte Salpetersäure werden sie roth gefärbt. Die Auszüge sind rothbraun gefärbt, und geben in der Regel weder die Reaction auf Galle, noch die auf Gallenpigment.

Siedender Alkohol zieht aus den Excrementen unter anderen Stoffen auch das Excretin aus. Die alkoholische Lösung mehrere Stunden der Ruhe überlassen, setzt ein aus Kalk- und Magnesiaseifen, und aus Erdphosphaten bestehendes Sediment ab; das Filtrat davon mit Kalkmilch geschüttelt, giebt das Excretin an den Kalk ab: die Kalkverbindung mit ätherhaltigem Alkohol behandelt, giebt eine Lösung, aus welcher das Excretin allmählich auskrystallisirt. Ein heiss bereiteter Alkoholauszug enthält ausserdem noch einen ölartigen Körper von fäculentem Geruch, der durch Kalkhydrat ebenfalls gefällt wird. Man gewinnt ihn durch Behandlung des Kalkniederschlages mit Schwefelsäure und Schütteln mit Aether. Die Lösung ist von saurer Reaction (Marcet's Excretolinsäure).

Bei Icterus, der von Verstopfung der Gallengänge herrührt, und bei Thieren, deren Galle durch künstlich angelegte Fisteln nach aussen entleert wird, sind die Excremente von schmutzig-weisser Farbe, riechen sehr faulig, und enthalten mehr Fett wie gewöhnlich.

Im Typhus sind sie meist flüssig, von heller Farbe, von sehr intensivem Geruch und von alkalischer Reaction. Beim Stehen setzen sie einen gelblichen schleimigen Bodensatz ab, der neben Schleim, Speiseresten u. dgl. gewöhnlich auch reichlich Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia enthält. Die Flüssigkeit über dem Sedimente enthält Albumin, viel lösliche Salze und Gallenbestandtheile.

In der Dysenterie besitzen die Excremente im Anfange noch den fäcalen Charakter; später nehmen sie die Gestalt seröser Flüssigkeiten an, und enthalten sehr viel Albumin aufgelöst, auch Gallenpigment und Gallensäuren sind zugegen.

Die Cholerastühle haben das bekannte Reiswasser-ähnliche Aussehen; sie enthalten viel Epithelien (woher das opaline Aussehen) suspendirt, und sind ausserordentlich reich an Chloralkalien, namentlich an Kochsalz. Die Menge des Chlornatriums beträgt oft mehr, wie die Gesammtmenge der organischen Stoffe. Auf Zusatz von Salpetersäure nehmen die Choleradejectionen (auch die Typhusstühle) eine rosenrothe Färbung an.

Die hellgelben halbflüssigen Excremente der Säuglinge enthalten sehr viel Fett, und geronnenes Casein. Im alkoholischen Extract lassen sich in der Regel Gallenfarbstoff und Gallensäuren nachweisen.

Quantitative Zusammensetzung der Excremente und der Asche derselben.

Quantitative Analysen der Excremente werden natürlich ein sehr verschiedenes Resultat geben, je nach der Art der Nahrung, der Verdauungsthätigkeit des Individuums, und der Zeit, welche die Excremente im Darme zugebracht haben. Auch ist nicht zu vergessen, dass von genauer Gewichtsbestimmung der einzelnen Bestandtheile nicht die Rede sein kann, sondern nur davon, wie viel von den verschiedenen Lösungsmitteln aus den Excrementen ausgezogen wird. Wir theilen eine ältere Analyse von Berzelius, und eine neuere von Wehsarg mit (Mittel aus mehreren Beobachtungen). Quantitative Zusammensetzung.

Bestandtheile für 1000 Theile	Berzelius.	Wehsarg.	Von Thieren. Rogers.			
	Mensch	Mensch	Schwein	Kuh	Schaf	Pferd
Wasser	753,0	733,00	771,3	824,5	564,7	772,5
Feste Stoffe	247,0	267,00	228,7	175,5	435,3	227,5
Gallensaure Salze	9,0	—	—	—	—	—
Schleim und Gallenharze	140,0	—	—	—	—	—
Albumin	9,0	—	—	—	—	—
Extractivstoffe	57,0	—	—	—	—	—
Wasserauszug	—	53,40	—	—	—	—
Alkoholauszug	—	41,65	—	—	—	—
Aetherauszug	—	30,70	—	—	—	—
Unlösliche Speisereste .	70,0	83,00	—	—	—	—
Salze im Allgemeinen .	12,0	—	85,0	26,7	58,7	30,4
Phosphorsaure Erden .	—	10,95	—	—	—	—

Je häufiger die Stühle erfolgen, um so geringer ist ihr Gehalt an festen Stoffen, um so grösser aber die absolute Menge der innerhalb einer gewissen Zeit ausgeschiedenen festen Stoffe.

Aschenanalysen der Excremente von Menschen wurden von Fleitmann und Porter, von Thieren von Rogers angestellt. Wir stellen sie tabellarisch zusammen. Aschenanalysen.

Bestandtheile für 100 Theile Asche	Menschenexcremente		Thierexcremente			
	Porter.	Fleitmann.	Rogers.			
	I.	II.	Schwein	Kuh	Schaf	Pferd
Chlornatrium	4,33	0,58	0,89	0,23	0,14	0,03
Chlorkalium	—	0,07	—	—	—	—
Kali	6,10	18,49	3,60	2,91	8,32	11,30
Natron	5,07	0,75	3,44	0,98	3,28	1,98
Kalk	26,46	21,36	2,03	5,71	18,15	4,63
Magnesia	10,54	10,67	2,24	11,47	5,45	3,84
Eisenoxyd	2,50	2,09	5,57	5,22	2,10	1,44
Phosphorsäure	36,03	30,98	5,39	8,47	9,40	10,22
Schwefelsäure	3,13	1,13	0,90	1,77	2,69	1,83
Kohlensäure	5,07	1,05	0,60	—	Spur	—
Kieselerde	—	1,44	13,19	62,54	50,11	62,40
Sand	—	7,39	61,37	—	—	—
Manganoxyduloxyd . .	—	—	—	—	—	2,13

Der hohe Kieselerdegehalt dieser Aschen rührt zum Theil von dem Kieselsäurereichthum der zur Nahrung dienenden Gräser und Cerealien, zum Theil aber auch von dem mit dem Futter verschluckten Sande her. Im Verhältniss zum Bittererdegehalt der Nahrung ist in der Asche der Excremente der pflanzenfressenden Thiere die Magnesia stets erheblich dem Kalk gegenüber vermehrt, wenn auch letzterer an und für sich in grösserer Menge vorhanden ist. In der Asche menschlicher Excremente will Wehsarg nur Spuren von phosphorsaurem Kalk gefunden haben, und macht nach ihm phosphorsaure Magnesia den Hauptbestandtheil der Asche aus.

Nach den Beobachtungen von Wehsarg und Ihring erscheinen die phosphorsauren Erden der Excremente nach dem Gebrauche von Bittersalz und bei Diarrhöen vermehrt, ebenso auch das Eisen. Nach dem Gebrauche von Eisenpräparaten soll das Eisen im Koth, aber nicht im Harn nachzuweisen sein (Ihring).

Meconium. Kindspech.

Meconium. Unter dieser Bezeichnung versteht man den Dickdarminhalt des ausgetragenen Fötus, der nach der Geburt entleert wird. Es stellt eine dunkelbraungrüne, fast schwarze, oft pechartige Masse dar, meist ohne übeln Geruch und von fadem Geschmack. Die Reaction derselben ist häufig sauer, seltener neutral. Das Meconium geht sehr rasch in Fäulniss über. Unter dem Mikroskope unterscheidet man schön grün

gefärbte Cylinderepithelien, Schleimkörperchen, Cholesterin und Fett. Der wässrige Auszug des Meconiums trübt sich beim Kochen nicht, wohl aber durch Essigsäure, und enthält zuweilen unverändertes Gallenpigment und Gallensäuren (Fresenius). Alkohol nimmt aus dem Meconium schmierige extractähnliche noch nicht näher studirte Stoffe auf, wahrscheinlich harzartige Zersetzungsproducte der Galle, Aether reichliche Mengen von Fett. Unter den anorganischen Salzen des Meconiums fehlen schwefelsaure Salze gänzlich, dagegen enthalten sie viel phosphorsaure Bittererde, phosphorsauren Kalk, Eisenoxyd und Chlornatrium. Nach einer Analyse von John Davy enthielt das Meconium in 1000 Thln.:

Wasser	727,0
Feste Stoffe	273,0
Schleim und Epithelien	236,0
Cholesterin und Fett	10,0
Gallenfarbstoff	30,0

Gerichtlicher Nachweis.

Nachweis in gerichtlichen Fällen. Es kommt zuweilen vor, dass auf chemischem Wege nachgewiesen werden soll, ob auf Wäschestücken befindliche Flecken von Meconium herrühren. Anhaltspunkte für derartige Untersuchungen sind in Nachstehendem enthalten:

Meconiumflecken sind von braungrüner Farbe und lassen sich beim Biegen des Gewebes ziemlich leicht von der Unterlage ablösen. Sie schlagen wegen der zähen Beschaffenheit des Meconiums wenig durch, sind geruchlos, und geben auch nach dem Befeuchten mit Wasser keinen bestimmten Geruch zu erkennen. Beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure dagegen entwickelt sich ein deutlicher, von dem menschlicher Excremente verschiedener Geruch. — An kaltes Wasser geben die Flecken einen Theil ab. Man erhält eine schleimige, schwer filtrirbare neutral reagirende grüngelbe Flüssigkeit, in der bräunliche Massen suspendirt sind. Die Lösung gerinnt beim Erhitzen nicht, und giebt mit Essigsäure eine im Ueberschuss des Fällungsmittels unlösliche Trübung; mit salpetrige Säure haltender Salpetersäure giebt sie die Reaction des Gallenpigments, mit Zucker und Schwefelsäure die Gallenreaction mehr oder minder deutlich, nie aber ganz rein. — Wird der Fleck mit Wasser, und dann mit concentrirter Kalilauge aufgeweicht, so erhält man eine trübe braungelbe Lösung, die beim Erwärmen einen deutlichen dem der Ochsengalle ähnlichen Geruch wahrnehmen lässt. Durch Behandlung der Flecken mit wässrigem Weingeist erhält man eine grünlich-gelbe Lösung, die durch neutrales essigsaures Blei gefällt wird. Im Filtrate des Bleizuckerniederschlags erzeugt Bleiessig abermals einen Niederschlag. — Aether färbt sich beim Digeriren mit den Flecken nicht; der ätherische Auszug hinterlässt nach dem Verdunsten auf einem Uhrglase farbloses Fett.

Darmsteine.

Darmsteine.

Beim Menschen und bei fleischfressenden Thieren sind Darmconcretionen viel weniger häufig, wie bei Pflanzenfressern. Dieselben sind gewöhnlich rund oder oval, und von sehr verschiedener Grösse; ihre Farbe geht von Gelb oder Graugelb in Braungelb über. Im Innern sind sie geschichtet. Ihr Kern ist gewöhnlich ein von aussen hereingekommener

fremder Körper: Fruchtkerne, Knochen, Nadeln, Kieselstücke, Holzfaser u. dgl. Sie bestehen hauptsächlich aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, phosphorsaurem Kalk, kohlensaurem Kalk, und enthalten ausserdem vorzugsweise Fett. Unter den Thieren sind es vorzugsweise die Pferde, bei denen Darmsteine oft von ungeheurer Grösse sehr häufig vorkommen. Einen Ueberblick ihrer Zusammensetzung giebt nachstehende Tabelle:

Bestandtheile für 100 Theile	Von Menschen				Von Thieren	
	Thomson.	Children.	Robiquet.	Lassaigne.	Pferd. Simon.	Pferd. Wurzer.
Posphorsaure Ammoniak-Magnesia	5	5	30 (Ammoniak-Magnesia und Phosphorsaurer Kalk zusammen)	4	81,11	79,01
Phosphorsaurer Kalk	46	46			—	0,02
Lösliche Salze	—	25	—	1	1,50	1,01
Thierische Materie	25	4	8	21	1,00	4,43
Fett	—	—	60	74	—	0,08
Holzfaser, Pflanzenreste	24	20	—	—	0,58	—
Sand	—	—	—	—	0,60	—
Wasser	—	—	—	—	15,19	13,59

Bildnngs-weisen und Arten.

Die vorzugsweise aus thierischer faserstoffähnlicher Materie bestehenden Darmconcretionen, wie solche von **Dublanc** und **J. Davy** analysirt wurden, verdanken ihre Entstehung einem Faserstoffexsudat oder Blutcoagulum, welches im Darm zurückgehalten wird, und weitere Metamorphosen erleidet, die darin bestehen, dass die in den Darmflüssigkeiten löslichen Theile desselben allmählich aufgelöst werden, die unlöslichen Theile dagegen, namentlich die Kalksalze und geronnene Albuminate zurückbleiben. Solche Darmsteine bestehen demnach vorzugsweise aus geronnenen Albuminaten mit mehr oder weniger Kalksalzen und Speiseresten; sie bilden sich nach exsudativen Entzündungen der Darmschleimhaut und nach Blutungen im Darmcanal.

Eine zweite Art der Darmsteine besteht vorzugsweise aus Erdsalzen. Sie enthalten häufig einen fremden Körper als Kern; sie entstehen dadurch, dass die in dem Darminhalte aufgelösten Erdsalze aus irgend einem Grunde unlöslich werden und niederfallen. Werden diese Niederschläge nicht mit den Excrementen ausgeleert, und werden sie durch Darmschleim zusammengeklebt, oder legen sie sich um einen fremden Körper an, so entstehen Concretionen.

Dunkler sind die Entstehungsweisen der vorzugsweise aus unverdauten Speiseresten, Pflanzenzellen u. dgl. und der aus Fetten bestehenden Concretionen. Erstere bilden sich wahrscheinlich unter Mitwirkung

eines schleimigen Bindemittels, während es bei letzteren vorläufig unentschieden bleiben muss, ob die fettigen Bestandtheile derselben unmittelbar von der Nahrung stammen, oder ob sie von den Secreten des Darmcanals und seinen Adnexen herrühren.

Auch harnsaure Salze hat man in Darmconcrementen gefunden, allein es muss bei der inneren Unwahrscheinlichkeit dieses Befundes dahingestellt bleiben, ob in diesen Fällen bezüglich der Abstammung der betreffenden Concretionen nicht Irrthum oder Verwechslung obwaltete. Concretionen von zusammengefilzten Haaren sind bei Kühen und Ziegen nicht selten. Es gehören in diese Classe die sogenannten Aegagropilae aus dem Darmcanal der Gemse (Antilope rupicapra) und wohl auch anderer Wiederkäuer stammend.

Literatur.

Literatur zur Chemie des Darmsafts, Darminhalts u. s. w.: Frerichs: Artikel Verdauung. Handwörterb. d. Phys. III, 1. p. 850. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u Stoffwechsel. 1852. 260. — Zander: De succo enterico. Dissert. Dorpat. 1850. — Busch: Arch. f. path. Anat. XIV, 140. — Otto Funke: Lehrb. d. Physiologie. 3te Aufl. I, 320. — C. Ludwig: Lehrb. d. Phys. 2te Aufl. II, 651. — Chevreul: Berzelius Thierchemie. III. Aufl. 338. — Valentin: Arch. f. physiol. Heilkunde. XIII, 356. — Chevillot: Journ. de Chim. méd. 1 Sér. V, p. 596. — Wehsarg: Mikroskop. u. chem. Unters. Giessen 1852. — Ihring: Mikroskop. u. chem. Unters. Giessen 1852. — Marcet: Proceedings of the royal society. VII, 153; Philos. Transact. 1857. 403; Medical times 1858. Jan.; Annal. de Chim. et de Phys. 1860. — Rogers: Ann. der Chem. u. Pharm. LXV, 85. — Porter: Ebendas. LXXI, 109. — Fleitmann: Poggend. Ann. LXXVI, 356. — Jäger: Artikel Enterophyten in Encyclop. der med. Wissensch. Berlin 1834. II, 172. — J. Vogel: Path. Anat. S. 341. — Vergl. ausserdem Lehmann: Zoochemie. 1858. S. 89 u. ff.

XII. Chemie der Hautdrüsensecrete.

Schweiss.

Schweiss.

Das tropfbarflüssige Secret der Schweissdrüsen im vollkommen reinen Zustande ist chemisch noch nicht untersucht, denn so wie man es bisher erhielt, war es immer ein Gemenge von eigentlichem Secret und mehr oder weniger Hautsalbe und Epidermisschuppen.

Dasjenige Verfahren, welches noch das verhältnissmässig reinste Secret liefert, besteht darin, einen nackten Menschen im Dampfbade auf eine metallene Wanne zu legen, und das abfliessende Secret aufzusammeln. Dem Versuche selbst soll eine vorsichtige Reinigung der Haut vorhergehen.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der Schweiss ist eine farblose, mehr oder weniger klare Flüssigkeit von eigenthümlichem an den verschiedenen Hautstellen verschiedenem Geruch und deutlich salzigem Geschmack. Ihm eigenthümliche Formelemente enthält er nicht, wohl aber meist Epithelien und Epidermisschuppen.

Seine Reaction ist meist sauer, doch nimmt er bei längerem Stehen an der Luft alkalische Reaction an. Es scheint die Reaction auch von der Absonderungsdauer abhängig zu sein. Gillibert und Favre haben übereinstimmend gefunden, dass bei andauernder Schweisssecretion der erst gewonnene Schweiss sauer reagirte, während die letzten Partieen neutrale oder alkalische Reaction zeigten.

Chemische Bestandtheile des Schweisses.

Chemische Bestandtheile.

Die bisher nachgewiesenen constanten chemischen Bestandtheile des Schweisses sind folgende:

Wasser, — Fette, — flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure, und wahrscheinlich auch Propionsäure, — Harnstoff, — anorganische Salze, worunter überwiegend Clornatrium und Clorkalium, dann aber auch phosphorsaure Alkalien, schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden und Eisenoxyd, demnach die Blutsalze.

Als nicht constante oder problematische Schweissbestandtheile betrachten wir:

Ammoniaksalze, zwar von allen Beobachtern im Schweiss nachgewiesen, sich aber, wie es scheint, erst bei Einwirkung der Luft auf den Schweiss bildend, — die Schweisssäure „Acide hydrotique" Favre's, eine stickstoffhaltige nicht näher studirte Säure, — eigenthümliche unter abnormen Verhältnissen auftretende verschieden gefärbte Pigmente, die übrigens chemisch noch so gut wie unbekannt sind, und milchsaure Salze.

In Krankheiten will man im Schweisse aufgefunden haben:

Harnsäure (Wolf, Hamernjk), — Traubenzucker, — Albumin, — Gallenfarbstoff. Kein einziger dieser Stoffe aber ist mit genügender Sicherheit nachgewiesen.

Von aussen eingeführt, erscheinen im Schweisse wieder:

Benzoësäure (nach H. Meissner zum Theil in Hippursäure verwandelt), Bernsteinsäure, Weinsäure, Zimmtsäure (?), Jod und Jodkalium. Wöhler beobachtete während seiner Untersuchungen über das Telluräthyl, dass sein Schweiss den Tellurgeruch angenommen hatte.

Ueber das allgemeine chemische Verhalten des Schweisses ist nichts Zuverlässiges bekannt. Als Schottin den Rückstand des Schweisses mit Alkohol auszog, und diese Lösung zur Trockene verdampfte, entstand eine hell rosenrothe Masse, die mit Oxalsäure versetzt, hellgrün wurde; der Rückstand des Aetherauszuges war ebenfalls grün und wurde beim Erwärmen hell rosenroth.

Quantitative Zusammensetzung des Schweisses.

Quantitative Analysen des Schweisses wurden von Anselmino, Schottin, O. Funke und Favre angestellt. Dieselben sind aber ziemlich unvollkommen, und unter sich nicht wohl vergleichbar. Wir stellen sie tabellarisch zusammen. Quantitative Zusammensetzung.

Bestandtheile für 1000 Theile	Anselmino. I.	Anselmino. II.	Favre.	Schottin.	Funke.
Wasser	995,00	987,50	995,573	977,40	988,40
Feste Stoffe	5,00	12,50	4,427	22,60	11,60
Epithelien	0,10	0,25	—	4,20	2,49
Fette	—	—	0,013	—	—
Milchsaure Salze	—	—	0,317	—	—
Schweisssaure Salze	—	—	1,562	—	—
Extractivstoffe	1,45	3,62	0,005	11,30	—
Harnstoff	—	—	0,044	—	1,55
Chlornatrium }	2,40	6,00	2,230	3,60	—
Chlorkalium }			0,024	—	—
Phosphorsaures Natron	—	—	Spur	1,31	—
Schwefelsaure Alkalien	1,05	2,62	0,011		—
Phosphorsaure Erden	—	—	Spur	0,39	—
Salze im Allgemeinen	—	—	—	7,00	4,36

Zu dieser Tabelle ist Folgendes zu bemerken: Unter der Rubrik Extractivstoffe habe ich in den Analysen von Anselmino die für Alkoholextract, essigsaure, milchsaure Salze und freie Essigsäure berechneten Mengen zusammengefasst, in der Analyse von Favre eine von ihm ohne genügende Gründe als Kalialbuminat bezeichnete Substanz unter dieselbe Rubrik gestellt. In der Analyse von Schottin sind die 11,30 Extractivstoffe als organische Stoffe von ihm bezeichnet, welche bei 100° C. nicht flüchtig sind; endlich habe ich die von ihm für Chlor, Kalium, Natrium, Schwefelsäure und Phosphorsäure gefundenen Zahlen in der Art umgerechnet, dass ich das Chlor an Natrium band, und das übrige Natrium und das Kalium als phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien aufführte.

Das übereinstimmende Resultat dieser im Uebrigen wenig vergleichbaren Analysen ist, dass der Schweiss zu den wasserreichsten und bestandtheilärmsten Secreten gehört, und dass ein bedeutender Theil der vorhandenen Bestandtheile von Chloralkalien, namentlich von Chlornatrium, ausgemacht wird.

Schwankungen in der Zusammensetzung des Schweisses unter physiologischen Verhältnissen.

Schwankungen in der Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung des Schweisses scheint nach den vorhandenen allerdings spärlichen Beobachtungen bis zu einem gewissen Grade abhängig zu sein:

a. von der Absonderungsgeschwindigkeit; b. von der Absonderungsdauer; c. von der schweisssecernirenden Fläche; d. von der Menge des genossenen Getränkes und wohl auch von der Individualität; e. von der Nahrung.

Nach den Versuchen von Funke würde mit der steigenden Schweissmenge bis zu einer gewissen Grenze die Menge der organischen Stoffe ab-, die der anorganischen Stoffe aber zunehmen; die durch den Schweiss ausgeschiedenen Harnstoffmengen dagegen steigen mit der ausgeschiedenen Wassermenge, aber keineswegs proportional und auch nur bis zu einer gewissen Grenze; über diese hinaus, bei anhaltendem Schwitzen vermindert sich die Menge des Harnstoffs bedeutend, und scheint dann die Zusammensetzung des Schweisses eine weitere Veränderung nicht zu erfahren (C. Ludwig, Favre).

Bezüglich des Einflusses der Absonderungsdauer ist ermittelt, dass die ersten Parthieen secernirten Schweisses freie Säure enthalten, die bei den späteren Parthieen meist fehlt, auch sollen die ersten Parthieen mehr Salze der flüchtigen Fettsäuren und weniger anorganische Salze enthalten (Gillibert, Favre).

Auf eine Veränderung der Zusammensetzung des Schweisses mit der secernirenden Hautfläche deutet der eigenthümliche Geruch des Schweisses gewisser Körpertheile hin. Auch scheinen die Salze in verschiedener Menge vorhanden zu sein. Im Fussschweisse eines Individuums fand Funke 13,7 pr. m. Rückstand mit 4,0 pr. m. Asche; der Armschweiss von gleichem Gehalt an festen Stoffen gab nur 2,4 pr. m. Asche. Auf 100 Thle. Natrium der Asche kamen in den Versuchen von Schottin 39 Kalium im Armschweiss, und 57 Kalium im Fussschweiss.

Nach den Versuchen von H. Meissner endlich hat auf die Menge der Chlormetalle und des Harnstoffs im Schweiss, die Art der Nahrung einen bestimmten Einfluss. Vegetabilische Nahrung setzt namentlich den Harnstoffgehalt herab.

Schweiss in Krankheiten.

Ueber die Beschaffenheit des Schweisses in Krankheiten sind nur wenige und sehr unbestimmte Angaben vorhanden. Mit Sicherheit constatirt ist die ausserordentliche Vermehrung des Harnstoffs bei Nierenleiden und bei der Cholera. Der Harnstoffgehalt des Schweisses und namentlich des Gesichtsschweisses ist in letzterer Krankheit im urämischen Stadium so sehr vermehrt, dass sich nach dem Verdunsten des Wassers der Harnstoff auf der Haut in Krystallen ausscheidet, und einen glänzenden, dünnen, schleierartigen Hautüberzug bildet. Der Harnstoff

beschlag findet vorzugsweise an den Mündungen der Schweissdrüsen statt (Schottin, Landerer, Hamernjk, Drasche).

Im Schweisse Steinkranker soll Harnsäure, in jenem der Diabetiker Zucker vorkommen. (Vergl. Oben).

In trübem, sogenannten kritischen Schweiss bei acutem Rheumatismus will Anselmino Albumin gefunden haben.

Ueber den Gehalt des Schweisses an Gallenpigment und anderen Farbstoffen sind ebenfalls wenig beweisende Angaben vorhanden. Man hat blutige, rothe (von Uroerythrin), blaue Schweisse beobachtet, ohne dass aber einigermaassen brauchbare Untersuchungen über die färbenden Stoffe in diesen Fällen vorliegen.

Schweissbereitung.

Auch über die Schweissbereitung hat die Physiologie bisher keinen Aufschluss gebracht. Da alle bisher im Schweisse gefundenen Stoffe auch Bestandtheile des Blutes sind, so könnte sich die Rolle der Schweissdrüsen bei der Schweissbereitung wohl darauf beschränken, gewisse Blutbestandtheile anzuziehen, anderen aber den Uebertritt zu versagen, denn dass der Schweiss kein einfaches Transsudat ist, geht aus seiner Zusammensetzung, und namentlich dem Mangel von Albuminaten bis zur Genüge hervor.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Dieselbe ist zum Theil unbestritten die eines Excretes, und neuere Untersuchungen haben ergeben, dass die auf dem Wege der Hautsecretion und Hautabschuppung den Körper verlassenden Stoffmengen keineswegs so unbedeutend sind, als man früher annahm. Als eine andere Function der Hautausscheidung sehen viele Physiologen an, die Temperatur des thierischen Körpers zu reguliren.

Secret der Talgdrüsen.

Secret der Talgdrüsen.

Wir zählen hieher die sogenannte Hautsalbe, das Secret der Meibom'schen Drüsen, das Ohrenschmalz, die Smegma praeputii und die Vernix caseosa.

Alle diese Secrete sind chemisch nur sehr unvollkommen studirt und charakterisirt. Alle sind reich an Fett.

Hauttalg.

Der Hauttalg (Hautschmiere, Hautsalbe, Sebum cutaneum) bildet frisch abgesondert eine ölige halbflüssige Masse, welche indessen auf der Hautoberfläche oder schon in den Ausführungsgängen der Drüsen zu einem weissen schmierigen Talg erstarrt. Unter dem Mikroskop beobachtet man fetthaltige Zellen, freies Fett vermengt mit Epidermisblättchen, und zuweilen auch wohl Cholesterinkrystalle.

Die Bestandtheile der Hautsalbe sind ausser Wasser, ein eigenthümliches caseinähnliches Albuminat, Fette, bestehend aus Palmitin und Olein, Palmitinsäure- und Oelsäure-Seifen, Cholesterin und anorganische Salze, worunter vorwiegend phosphorsaure Erden, aber auch Chloralkalien und phosphorsaure Alkalien.

Der als Bestandtheil angegebene Salmiak bedürfte weiterer Bestätigung; ebenso das phosphorsaure Natron-Ammoniak.

Das Secret der Talgdrüsen der Haarbälge auch von Thieren scheint damit übereinzustimmen.

Vernix caseosa.

Unter der Bezeichnung Vernix caseosa versteht man eine eigenthümliche fett- oder salbenartige Materie, welche die Haut des noch im Mutterleibe befindlichen Fötus überzieht. Auch dieses Secret scheint chemisch mit der Hautsalbe übereinzustimmen. Es enthält namentlich ein Albuminat und viel Cholesterin.

Praeputial-secret.

Bezüglich der Smegma praeputii fragt es sich, inwiefern dasselbe von den Talgdrüsen stammt. Jedenfalls ist demselben stets ein beträchtlicher Theil von Epidermiszellen der Eichel und Vorhaut beigemengt. Dasselbe gilt vom Castoreum: dem Secrete des sehr entwickelten präputii penis et clitoridis des Bibers.

Das Präputialsecret soll eine Ammoniakseife enthalten; in jenem der Pferde wurde Hippursäure und Benzoësäure nachgewiesen. Im Castoreum ausser Albuminaten und Fetten Castorin, harzartige Materie und eine Spur Phenylsäure.

Das Secret der Meibom'schen Drüsen ist nicht untersucht, wird aber chemisch wohl mit den obigen Secreten übereinstimmen.

Ohren-schmalz.

Das Ohrenschmalz ist ein Gemisch des Secretes der Talg- und der Schweissdrüsen des knorpligen Theils des äusseren Gehörganges. Unter dem Mikroskop zeigt es Talgzellen, freies Fett, Cholesterinkrystalle, Epithelialzellen, dann eigenthümliche ovale eckige oder rundliche Zellen von $^1/_{200}$ bis $^1/_{140}$''' Durchmesser.

Die chemischen Bestandtheile des Ohrenschmalzes sind ein Albuminat, Olein und Margarin, ein in Wasser löslicher gelber bitterschmeckender Körper, und anorganische Salze.

Literatur.

Literatur zur Chemie der Hautdrüsensecrete: Anselmino: Zeitschr. v. Tiedemann u. Treviranus. Bd. II. — Schottin: Zeitschr. f. phys. Heilkunde. XI. Bd. S. 73. Dann: De sudore. Dissert. Lipsiae 1851. — Favre: Compt. rend. XXXV, 721; Arch. gén. de méd. Juillet 1853. — Gillibert d'Hércourt: Gaz. méd. de Lyon. Mai 1853; Rev. méd. 1853, Juin et Sept. — O. Funke: Moleschott's Unters. IV, 36. — C. H. F. Fiedler: Dissertat. Lips. 1854. — Landerer Heller's Arch. 1847. 195. — Hamernjk: Zeitschr. d. Wiener Aerzte. 1854. XII, 3, 4. — Drasche: Ebendaselbst. — H. Meissner: De sudor. secretione. Dissert. Lipsiae 1859. — Lehmann: Zoochemie. S. 294. — Berzelius: Lehrb. d. Chemie. IX, 536.

XIII. Chemie des Harns.

Die Flüssigkeit, welche aus den Harncanälchen der Nieren ausgeschieden wird, der Harn, ist in chemischer Beziehung genauer und vollständiger studirt, und zwar nach den verschiedensten Richtungen, wie irgend ein anderes thierisches Secret. Die chemische Natur derselben ist eine sehr verschiedene je nach den verschiedenen Thierclassen, und je nach den Ernährungsverhältnissen derselben, so dass im Allgemeinen der Harn jener Thiere, die ähnliche Nahrung geniessen, ähnliche chemische Verhältnisse zeigt. Die Zusammensetzung des Harns ist aber ausserdem auch noch abhängig von den verschiedensten körperlichen physiologischen und pathologischen Bedingungen, so dass in keinem anderen Secrete sich der jeweilige Ernährungszustand des Organismus so vollkommen und rasch wiederspiegelt, wie im Harn. Alles diess bezieht sich nicht nur auf die quantitativen Verhältnisse seiner Bestandtheile, sondern auch auf die Natur der letzteren selbst. Durch den Harn werden nicht nur zahlreiche, und zwar je nach der Modalität des Stoffwechsels verschiedene Umsatzproducte der thierischen Gewebsbestandtheile, sondern auch dem Körper von aussen zugeführte und in selbem nicht zur Gewebsbildung verwendete theils organische, theils unorganische Stoffe, und zwar erstere theils unverändert, theils metamorphosirt, aus dem Körper ausgeschieden.

Harn. Allgemeine Bemerkungen.

Eine klare und übersichtliche Darstellung der Chemie des Harns erfordert daher ein genaues Auseinanderhalten des nicht Zusammengehörigen, eine getrennte Behandlung des Harns des Menschen und der verschiedenen Thierclassen, und endlich eine eingehende Betrachtung der auf die Zusammensetzung des Harns einen mehr oder weniger bestimmenden Einfluss äussernden Momente. Wir werden, um diesen Postulaten nach Kräften zu genügen, in Nachfolgendem zuerst eine Schilderung des menschlichen Harns unter normalen Verhältnissen geben, sodann die Schwankungen seiner Zusammensetzung innerhalb physiologischer Grenzen betrachten, und hieran alle ausserhalb der physiologischen Grenzen fallenden Zusammensetzungsänderungen anreihen. Den Schluss wird eine kurzgefasste Schilderung des Harns der verschiedenen Thierclassen bilden.

Harn des Menschen.

Physikalische Charaktere. Der normale frisch gelassene Harn ist klar, von bernsteingelber Farbe, vollkommen durchsichtig, von eigenthümlichem Geruch und bitter salzigem Geschmack. Bei ruhigem Stehen pflegt er ein geringes Schleimwölkchen abzusetzen. Das specifische Gewicht des Harns schwankt zwischen 1,005 und 1,030.

Physikalische Charaktere.

Eigenthümliche Formelemente enthält der normale Harn nicht. Die mikroskopische Untersuchung normalen Harns ergiebt gewöhnlich Pfla-

sterepithelien, von der Harnblase und der Harnröhre stammend, und vereinzelte Schleimkörperchen. Die Reaction normalen Harns ist deutlich sauer.

Chemische Bestandtheile.

Chemische Bestandtheile des Harns.

a. Normale und constante Bestandtheile des Harns.

Constante.

Als solche betrachten wir folgende:

Wasser, — Harnstoff, — Harnsäure, — Hippursäure, — Kreatin, — Kreatinin, — Xanthin, — Sarkin (?), — Harnfarbstoffe, — Extractivstoffe, — Harnblasenschleim, — Oxalsauren Kalk.

Von anorganischen Stoffen: Kali, — Natron, — Ammoniak, — Kalk, — Magnesia, — Spuren von Eisen, — gebunden an Chlor, — Schwefelsäure, — Phosphorsäure, ausserdem Spuren von Kieselerde.

Von Gasen: Kohlensäure, — Stickstoff, — Sauerstoff.

Von diesen Bestandtheilen kommen einige nur in sehr geringer Menge im normalen Harn vor, so dass ihre Menge nicht bestimmt werden kann. Von den organischen Bestandtheilen gehören hierher: Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Xanthin und oxalsaurer Kalk.

b. Nicht constante und abnorme Harnbestandtheile.

Nicht constante.

Wir zählen hierher einmal alle jene Stoffe, deren Existenz im normalen Harn nicht mit voller wissenschaftlicher Sicherheit dargethan ist, dann jene, die nachweisbar nur unter pathologischen Bedingungen, oder unter ganz bestimmten Verhältnissen im Harn vorkommen, ohne von aussen eingeführt zu sein, oder als Umwandlungsproducte von aussen eingeführter Stoffe im Harne aufzutreten. Von diesen letzteren wird später die Rede sein.

Albumin, — Traubenzucker, — Milchsäure und milchsaure Salze, — Fette und flüchtige Fettsäuren, — Urrhodin, Uroglaucin und Urokyanin (Indigo), — Gallenfarbstoff, — Gallensaure Salze, — Allantoin, — Leucin und Tyrosin, — Cystin, — Inosit, — Taurin, — Hämatin, — Faserstoff, — die Bestandtheile des Eiters und Samens, — Kohlensaures Ammoniak, — Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, — Schwefelwasserstoff.

c. In Harnsedimenten vorkommende Bestandtheile.

Bestandtheile von Harnsedimenten.

Zuweilen wird ein trüber Harn gelassen, der sich dann, wenn er einige Zeit lang ruhig steht, in der Weise klärt, dass der die Trübung veranlassende Körper sich zu Boden setzt und so ein Sediment bildet. Zuweilen aber wird der Harn vollkommen klar gelassen, und erst beim Erkalten scheiden sich gewisse Harnbestandtheile aus und bilden das Sediment.

Die in Sedimenten bisher nachgewiesenen Stoffe sind folgende:

Harnsäure, — Harnsaure Salze (harnsaures Natron, Kali, Ammoniak, Kalk und Magnesia), — Oxalsaurer Kalk, — phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, — Cystin, — Tyrosin; — von organisirten Materien: Schleim und Epithelien, — Eiter, — Blut, — Samenfäden, — Pilze und Infusorien, — Faserstoffcoagula, — Sarcina ventriculi Goodsir.

Allgemeines chemisches Verhalten des normalen Harns.

Normaler Harn bleibt beim Kochen klar, und wird durch Säuren nicht sofort gefällt. Wird er mit Salz-, Salpeter- oder Essigsäure versetzt, so entwickelt sich ein eigenthümlich widerlicher Geruch und zugleich nimmt er eine dunklere Farbe an. Nach einigen Stunden findet man die Harnsäure in Krystallen ausgeschieden. Allgemeines chemisches Verhalten.

Alkalien bewirken Trübung oder Niederschläge von phosphorsauren Erden.

Chlorbaryum bewirkt eine Fällung von schwefelsaurem und phosphorsaurem Baryt; war vorher mit Salz- oder Salpetersäure angesäuert worden, so enthält der Niederschlag nur schwefelsauren Baryt.

Salpetersaures Silberoxyd schlägt Chlorsilber und phosphorsaures Silberoxyd nieder; war vorher angesäuert worden, oder enthielt die Silberlösung freie Säure, so enthält der Niederschlag nur Chlorsilber.

Essigsaures Bleioxyd fällt Chlorblei, schwefelsaures und phosphorsaures Bleioxyd.

Versetzt man Harn mit einer verdünnten Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, so entsteht eine Trübung, die anfänglich wieder verschwindet, indem sich das im Harn vorhandene Chlornatrium mit dem salpetersauren Quecksilberoxyd zu salpetersaurem Natron und Sublimat umsetzt; sobald aber alles Kochsalz auf diese Weise zersetzt ist, bringt jeder weitere Tropfen der Quecksilberlösung eine bleibende weisse Trübung hervor, indem nun das salpetersaure Quecksilberoxyd mit dem Harnstoff sich zu einer unlöslichen Verbindung vereinigt.

Versetzt man Harn mit einer verdünnten Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd so lange bis sich ein bleibender Niederschlag einstellt, und fährt mit dem Zusatze der Quecksilberlösung fort, so lange man noch Verdickung bemerkt, und neutralisirt man die freie Säure der Mischung von Zeit zu Zeit mit kohlensaurem Natron, so erhält man einen weissen flockigen, in Wasser unlöslichen Niederschlag. Endlich aber kommt ein Punkt, wo durch den Zusatz von kohlensaurem Natron die Mischung oder der Ort, wo der Tropfen hinfällt, eine gelbe Färbung von Quecksilberoxydhydrat oder basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd annimmt. Zu diesem Zeitpunkte ist aller Harnstoff gefällt, und der Niederschlag enthält 1 Aeq. Harnstoff auf 4 Aeq. Quecksilberoxyd.

Eisenchlorid zu mit Essigsäure versetztem Harn gefügt, bewirkt einen Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd.

Oxalsäure, besser oxalsaures Ammoniak, bewirkt einen Niederschlag von oxalsaurem Kalk.

Starker Weingeist bewirkt eine auf Zusatz von Wasser wieder verschwindende Trübung.

Gerbsäure trübt normalen Harn nicht oder nur schwach.

Frisches Blut, zu warmen Harn gemischt, wird zuerst coagulirt, und dann löst sich das Hämatin aus dem Coagulum in der freien Säure des Harns auf und färbt letzteren roth.

Saure Harngährung.

Wird der Harn längere Zeit der Luft ausgesetzt, so nimmt seine saure Reaction zu, seine Farbe wird gewöhnlich blässer, und es scheiden sich Sedimente aus, die so wie auch an den Wänden des Gefässes sich bildende gelbrothe Krystalle aus Harnsäure zuweilen mit harnsauren Salzen und Schleim gemengt bestehen. Aus dem Schleim entwickeln sich zuweilen einzellige der Mycoderma Cerevisiae sehr ähnliche Pilze. Die Zunahme der freien Säure des Harns und die sich dann bildenden von Sedimente (saure Harngährung) sind, wie die gründlichen Untersuchungen von Scherer dargethan haben, durch die mittelst eines Fermentes erfolgende Zersetzung des Harnfarbstoffs bedingt, in Folge deren freie Milchsäure, oder unter Umständen auch wohl Essigsäure auftritt, die nicht allein nur die Zunahme der sauren Reaction des Harns, sondern auch die Bildung der harnsauren Sedimente veranlassen.

Die saure Harngährung steht demnach mit der Bildung der Harnsedimente und mit der Entstehung der Harnsteine in nahem causalen Zusammenhange. Als Ferment für diese Gährung sieht Scherer den sich zersetzenden Harnblasenschleim an, der, was für seine Fermentwirkung spricht, während der sauren Harngährung der Hefe sehr ähnliche Pilze, die sich auch in gleicher Weise fortpflanzen, erzeugt.

Alkalische Harngährung.

Sobald die Acidität des Harns eine gewisse Grenze erreicht hat, nach 3 bis 4 Wochen, oft auch früher, vermindert sie sich wieder; während sich im Sedimente und auf der Oberfläche des Harns mannigfache Pilzformen und Infusorien entwickeln und vermehren, wird der Harn neutral, endlich alkalisch, riecht stark ammoniakalisch, und bedeckt sich mit einer weissen schleimigen, hie und da glänzende Pünktchen zeigenden Haut, und bald darauf bilden sich auch auf dem Boden des Gefässes weisse wolkige Massen, in denen schon mit freiem Auge erkennbare Krystalle sich zeigen. Die weissen Häute (vgl. Kyesteïn), sowie die Sedimente zeigen unter dem Mikroskop Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, Pilzfäden mit oder ohne Sporen, Infusorien (Vibrionen und Monaden) und braunschwarze mit feinen Spitzen besetzte Kugeln von harnsaurem Ammoniak. Wird solcher Harn mit Säuren vermischt, so braust er auf in Folge der Zersetzung des Harnstoffs und seiner Verwandlung in kohlensaures Ammoniak. Mit Alkalien erwärmt, entwickelt er reichlich Ammoniak (alkalische Harngährung).

Die alkalische Harngährung tritt aber nicht immer erst nach vollendeter saurer Gährung ein, sondern unter gewissen zum Theil noch nicht ermittelten Verhältnissen viel früher, sogar schon innerhalb der Blase. Bei einer 20° C. übersteigenden Temperatur geht schon normaler Harn ziemlich rasch in alkalische Gährung über, noch schneller, wenn er in unreinen Gefässen aufbewahrt wurde. Auch die alkalische Gährung wird durch den Blasenschleim eingeleitet, und hieraus erklärt es sich, dass ein frisch gelassen bereits alkalisch reagirender und mit Säuren brausender Harn am Constantesten bei primären und secundären Affectionen der Blasenschleimhaut beobachtet wird.

Scherer nimmt an, dass der Schleim innerhalb der Blase unter Umständen auch die saure Harngährung hervorrufen könne, und erklärt hieraus die Erscheinung, dass bei Harnsteindiathese ein saurer Harn mit bereits ausgebildeten Harnsäure-Krystallen gelassen wird. (Vergl. weiter unten: Harnsteine). Die saure Reaction des Harns ist unter normalen Verhältnissen dadurch bedingt, dass sich die durch die Gewebsmetamorphose erzeugte Harnsäure, Hippursäure und Schwefelsäure (aus dem Schwefel der Albuminate) mit den phosphorsauren Alkalien in die Basis theilen, und dadurch saure Salze entstehen. Setzt man zu einer wässrigen Lösung des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons allmählich Harnsäure und erwärmt, so erhält man eine saure Flüssigkeit, aus der sich beim Erkalten ein weisses aus harnsaurem Natron bestehendes Pulver abscheidet (Liebig).

Verhalten des Harns gegen Gase. Für Kohlensäure besitzt der Harn ungefähr dasselbe Absorptionsvermögen wie Wasser. Nach den Versuchen von Planer nimmt Harn bei 19,3° C. 0,9072 Vol. Kohlensäure auf, während Wasser bei 20° C. nach Bunsen 0,9014 Vol. absorbirt. Dasselbe gilt für den Sauerstoff. Harn von 19,4° C. nimmt 0,0326 Vol. auf, Wasser bei 20° C. 0,02839 Vol. Das Absorptionsvermögen des Harns für Stickstoff ist ausserordentlich gering, und wurde bisher nicht bestimmt. Im Allgemeinen enthält der Harn weit weniger Kohlensäure und Sauerstoff, als er aus einer Atmosphäre der reinen Gase aufnehmen könnte.

Verhalten des Harns gegen Gase.

Qualitativer Nachweis der normalen Harnbestantheile.

Harnstoff.

Zur Nachweisung des Harnstoffs im Harn dampft man eine Quantität Harn im Wasserbade zur Syrupsconsistenz ab, und extrahirt den Rückstand vollkommen mit Alkohol. Der alkoholische Auszug concentrirt, scheidet den Harnstoff in gefärbten Krystallen ab. In wenig Wasser oder Alkohol gelöst, und theilweise mit Salpetersäure, theilweise mit Oxalsäure versetzt, giebt die Lösung die charakteristischen Krystalle des salpetersauren und oxalsauren Harnstoffs. Vergl S. 233.

Oder man fällt die Phosphorsäure und Schwefelsäure des Harns durch eine Mischung von 2 Theilen Aetzbaryt und 1 Theil salpeter-

saurem Baryt, filtrirt, dampft ab, zieht den Rückstand mit Alkohol aus, verdampft wieder, nimmt mit absolutem Alkohol auf, und lässt krystallisiren (Liebig).

Harnsäure.

Zur Nachweisung der Harnsäure verdampft man Harn im Wasserbade, extrahirt den Rückstand vollständig mit Alkohol, und behandelt das Ungelöste mit verdünnter Salzsäure. Was zurückbleibt, ist Harnsäure mit etwas Schleim. Man stellt die Reaction mit Salpetersäure und Ammoniak an (Murexidprobe S. 248), oder löst das Rückständige in Kali, und versetzt die Lösung mit Salzsäure. Die ausgeschiedenen Harnsäurekrystalle prüft man unter dem Mikroskop.

Oder man versetzt 30 bis 40 Grm. Harn mit Essigsäure, lässt 36 Stunden stehen, und prüft die mittlerweile ausgeschiedenen Harnsäurekrystalle mikroskopisch und chemisch.

Hippursäure.

Zur Auffindung der Hippursäure muss man grössere Quantitäten ganz frischen Harns verwenden.

Man verdampft eine grössere Menge Harn im Wasserbade, nimmt den Rückstand mit Alkohol auf, und verdunstet die mit etwas Oxalsäure versetzte alkoholische Lösung im Wasserbade zur Syrupsconsistenz; den Rückstand extrahirt man vollständig mit Aether, dem man $^1/_6$ Alkohol zugesetzt hat. Die ätherische Lösung verdunstet man fast bis zur Trockene, versetzt mit etwas Wasser, kocht, und filtrirt heiss. Aus dieser Lösung scheiden sich beim Erkalten unter Umständen nach vorgängigem Concentriren Krystalle von Hippursäure aus, die näher zu prüfen sind (vergl. S. 243). Ist der Harn reicher an Hippursäure als gewöhnlich, z. B. nach dem Genuss von Benzoësäure, so gelingt es meist, aus dem bis zur Syrupsconsistenz verdunsteten Harn durch Versetzen mit wenig Salzsäure Krystalle von Hippursäure zu erhalten.

Oder: man verdampft eine grosse Quantität Harn unter Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure bis zur Syrupsconsistenz, und schüttelt den Rückstand mit dem gleichen Volumen Aether; man fügt zur besseren Trennung der Schichten ein paar Tropfen Alkohol zu, nimmt die aufschwimmende Aetherschicht mit einer Pipette ab, und schüttelt sie mit kleinen Portionen Wasser, wodurch Alkohol und Harnstoff an das Wasser treten, während Hippursäure in dem Aether gelöst bleibt. Durch Verdunsten erhält man Hippursäure-Krystalle (Liebig).

Kreatin und Kreatinin.

Auch zur Nachweisung und Darstellung des Kreatins und Kreatinins bedarf man grosser Quantitäten Harn, da diese beiden Stoffe im Harn gewöhnlich nur in Minimalquantitäten vorkommen.

Frischer Menschenharn in grosser Quantität wird mit etwas Kalkmilch neutralisirt, und so lange mit einer Lösung von Chlorcalcium versetzt, als sich noch phosphorsaurer Kalk abscheidet; die Flüssigkeit filtrirt man, und dampft bis zum Auskrystallisiren der Salze ein. Man entfernt letztere und vermischt die Mutterlauge mit einer syrupdicken

Lösung von neutralem Chlorzink. Nach einigen Tagen scheiden sich gelbe rundliche warzenförmige Körner aus, eine Verbindung von Kreatin und Kreatinin mit Zink. Das Ausgeschiedene wird nun mit kaltem Wasser abgewaschen, in kochendem gelöst, und durch Bleioxydhydrat Zink und Salzsäure entfernt. Die filtrirte Lösung entfärbt man mit Blutkohle, dampft zur Trockne ab, und behandelt den Rückstand, ein Gemenge von Kreatin und Kreatinin, mit kochendem Alkohol, welcher das Kreatinin in Lösung erhält, während das Kreatin zum Theil ungelöst bleibt, und sich zum Theil beim Erkalten wieder ausscheidet. Durch Verdunsten der alkoholischen Lösung erhält man das Kreatinin rein.

Sarkin und Xanthin.

Auch zur Nachweisung des Xanthins und etwa vorhandenen Sarkins bedarf es grösserer Harnmengen. Man dampft dieselben ab, und fällt mit Bleiessig und essigsaurem Quecksilberoxyd alles dadurch Fällbare aus. Die ausgewaschenen Niederschläge werden in Wasser vertheilt, durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, und das von den Schwefelmetallen getrennte Filtrat verdunstet. Xanthin und Sarkin können durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure getrennt werden, welche Sarkin auflöst und Xanthin ungelöst lässt (Städeler, Scherer).

Ueber die Darstellung der verschiedenen Harnfarbstoffe vgl. S. 254.

Oxalsaurer Kalk.

Oxalsaurer Kalk wird durch das Mikroskop, wie bei den Sedimenten näher angegeben werden wird, nachgewiesen. Lässt man frischen filtrirten Harn gefrieren, so kann man in der Mutterlauge des Eises Krystalle von oxalsaurem Kalk mit Leichtigkeit auffinden. Der oxalsaure Kalk ist im Harn, sofern er gelöst ist, unter Mitwirkung des harnsauren und phosphorsauren Natrons gelöst.

Anorganische Bestandtheile.

Die anorganischen Bestandtheile des Harns können zum grössten Theil durch die gewöhnlichen Reagentien schon im ursprünglichen Harn nachgewiesen werden. Auch kann man den Rückstand einer abgedampften Parthie Harn bei möglichst niederer Temperatur verkohlen, und die Kohle in der Muffel bei schwacher Rothglut einäschern. Die Asche wird nach den Regeln der chemischen Analyse untersucht.

Quantitative Zusammensetzung des normalen menschlichen Harns.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Analyse einer durch eine oder mehrere Harnentleerungen gelieferten Harnmenge ist einfach der Ausdruck für die Zusammensetzung der analysirten Probe, im Uebrigen aber ohne allen physiologischen Werth, denn die nächste Entleerung könnte einen ganz anders zusammengesetzten Harn liefern. Also einfach nur dann, wenn die Frage die wäre, wie ist die durch eine bestimmte Harnentleerung gelieferte Harnprobe zusammengesetzt, würde die Analyse eine brauchbare Antwort geben. Schon die äusseren Charaktere des zu den ver-

schiedenen Tageszeiten, und unter verschiedenen körperlichen Verhältnissen gelassenen Harns zeigen, wie verschieden seine Beschaffenheit ist.

Aus diesem Grunde wäre es ein rein müssiges Spielen mit Zahlen, wollten wir auf 1000 Theile berechnete und zu Tausenden angestellte Harnanalysen mittheilen, um dadurch dem Leser einen Begriff von der normalen Zusammensetzung des Harns zu geben. Selbst das Mittel aus Tausend und mehr Harnanalysen wäre ohne allen Werth.

Anderseits aber ist die Kenntniss der Zusammensetzung des Harns die physiologische Grundlage der Beurtheilung der Verhältnisse der Ernährung und des Stoffwechsels. Die mit dem Harn den Körper verlassenden Stoffe repräsentiren einen sehr bedeutenden Theil der Ausgaben, und stehen der Natur der Sache nach in einem bestimmten Verhältnisse zu den Einnahmen des Thierkörpers. Wir haben bereits weiter oben gezeigt, dass der Stickstoff der umgesetzten Körperbestandtheile bis auf ein vergleichsweise geringes Deficit (Stickstoffdeficit) unter normalen Bedingungen mit dem Harn als Harnstoff und Harnsäure ausgeschieden zu werden scheint, und dass demnach die Harnstoffausscheidung in einer gewissen Beschränkung als Maass des Stoffwechsels verwerthet werden kann. Auch an die quantitativen Verhältnisse der übrigen und namentlich auch der anorganischen Harnbestandtheile knüpfen sich unter gewissen Voraussetzungen physiologisch und pathologisch nicht unwichtige Fragen, und man hat daher auch aus allen diesen Gründen den Gewichtsverhältnissen der im Harn enthaltenen Stoffe seit lange grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Erst dann aber, als man anfing, derartige Untersuchungen von einem rationellen Standpunkte aus anzustellen, und man sich mehr und mehr bewusst wurde, was durch sie bewiesen werden kann und soll, erhielt man für Physiologie und Pathologie verwerthbare Resultate.

Die bei solchen Untersuchungen zu beachtenden Momente aber sind ausserordentlich zahlreich, nicht immer von gleichem und nicht immer von genau zu eruirendem Wirkungswerthe, und oft gar nicht genau festzustellen. Es liegt auf der Hand, dass dadurch die aus den Resultaten gezogenen Schlussfolgerungen um so unsicherer werden, je weniger man dem Postulate der genauen Feststellung der Prämissen zu genügen im Stande war. Diese nothwendigen Prämissen und zu berücksichtigenden Momente sind aber folgende:

1. Genaue Kenntniss der Ernährungsverhältnisse des betreffenden Individuums, seiner körperlichen Constitution und der Qualität und Quantität der Nahrung.

2. Eruirung des Einflusses, welchen die verschiedenen physiologischen Zustände, die qualitativen und quantitativen Verhältnisse der Einfuhr, die Tageszeiten, die Thätigkeit anderer Excretionsorgane, die Temperatur, Körperbewegung, die Lebensweise u. s. w. auf die Ausscheidung der einzelnen Harnbestandtheile ausüben.

Diese Momente als bekannt vorausgesetzt, erhält man aus Harnuntersuchungen für die Physiologie verwerthbare Resultate, wenn man die Gewichtsmengen der innerhalb einer gegebenen Zeit durch den

Harn ausgeschiedenen Stoffe bestimmt, und wenn ferner nun die von Individuen von verschiedener Körpermasse, resp. von verschiedenem Körpergewicht, durch den Harn ausgeschiedenen Stoffmengen dadurch vergleichbar gemacht werden, dass man die gefundenen Gewichtsmengen der Harnbestandtheile auf gleiche Körpergewichte, auf eine Einheit des Körpergewichts berechnet. Die in gleicher Zeit und von gleichem Thiergewicht gelieferten Stoffmengen kann man als Maass für die Absonderungs- und Umsatzgeschwindigkeit ansehen, indem man dabei von der mindestens für die meisten Fälle zutreffenden Voraussetzung ausgeht, dass alles Andere gleich gesetzt, die Gewichte des bildenden Thierleibes und der gebildeten Harnbestandtheile in geradem Verhältniss miteinander wachsen (Ludwig). Je nach dem Ziel, welches man bei der Harnanalyse verfolgt, sammelt man daher den innerhalb 24 Stunden, demnach einer gegebenen Zeitperiode gelassenen Harn, vereinigt, wägt, und analysirt nun denselben, wobei man die gefundenen Gewichtsmengen auf die Gesammtmenge des innerhalb 24 Stunden gelassenen Harns berechnet, oder man analysirt unter Umständen den innerhalb kürzerer bekannter und durch bestimmte Verhältnisse charakterisirter Zeitperioden entleerten Harn (Tageszeiten). Um die ausgeschiedenen Stoffmengen auf die Körpergewichts-Einheit beziehen zu können, dividirt man die gefundenen Gewichtsmengen der Harnbestandtheile durch das bekannte Körpergewicht des Individuums in Kilogrammen ausgedrückt, und erfährt so die ausgeschiedenen Harnbestandtheile für je 1 Kilogramm Körpergewicht.

Die quantitative Analyse des Harns, sowie sie zu physiologischen und semiotischen Zwecken ausgeführt zu werden pflegt, beschränkt sich auf die Bestimmung des Wassers, der festen Stoffe im Allgemeinen, des Harnstoffs, der Harnsäure und der feuerbeständigen Salze. Eine Gewichtsbestimmung der Hippursäure, des Kreatins und Kreatinins, Xanthins u. s. w. ist wegen der äusserst geringen Menge, in welcher diese Stoffe im normalen Harn vorkommen, in der Regel nicht ausführbar. *Methoden der Harnanalyse.*

Die Methoden beruhen theils auf Gewichtsbestimmungen, theils auf den Principien der Maassanalyse. Letztere verdienen, insofern sie genaue Resultate geben, unbedingt den Vorzug vor ersteren, da sie in viel kürzerer Zeit ausführbar sind, und auch von minder Geübten sicher in Anwendung gezogen werden können.

Wir theilen von den wichtigeren analytischen Methoden die Grundzüge mit, indem wir bezüglich des Details der Ausführung auf die vorhandenen genaueren Anleitungen zur zoochemischen und zur Harnanalyse verweisen müssen: Gorup-Besanez: Anleitung zur zoochemischen Analyse. 2te Aufl. Nürnberg 1854. — C. Neubauer u. J. Vogel: Anleitung zur qualit. u. quantit. Analyse des Harns. 3te Aufl. — F. Hoppe: Anleitung zur pathol. chem. Analyse. 1858.

Die Bestimmung der festen Stoffe und des Wassers geschieht durch Abdampfen einer kleinen gewogenen Menge Harns im Wasserbade und Trocknen des Rückstandes im Luftbade bei 110° C. so lange noch Gewichtsverlust stattfindet. *Feste Stoffe und Wasser.*

Feuer-beständige Salze.

Zur Bestimmung der feuerbeständigen Salze im Allgemeinen verfährt man mit dem so gewonnenen Harnrückstande genau so wie bei der Bestimmung der feuerbeständigen Salze des Blutes. In gleicher Weise kann auch die Bestimmung der einzelnen Salze vorgenommen werden. Vergl. S. 307.

Harnstoff.

Zur Bestimmung des Harnstoffs sind verschiedene Methoden vorgeschlagen und in Anwendung gezogen worden: a) man bestimmt den Harnstoff als salpetersauren Harnstoff; b) man ermittelt die Menge des Ammoniaks, welche eine gewogene Quantität Harn bei der Zersetzung mit concentrirter Schwefelsäure liefert (Heintz, Ragsky); c) man bestimmt die Kohlensäure, welche bei der Zersetzung des Harnstoffs in Kohlensäure und Ammoniak beim Erhitzen seiner Lösungen über 100° C. gebildet wird (Bunsen); d) man bestimmt die Menge der Kohlensäure, oder die Menge der Kohlensäure und des Stickstoffs, welche der Harn bei der Behandlung mit salpetrigsaurem Quecksilberoxydul liefert, indem bei dieser Behandlung der Harnstoff in Stickstoff, Kohlensäure und Wasser zerfällt (Millon, Neubauer, H. Ludwig, Kromayer); e) man misst das Stickgas, welches sich bei der wechselseitigen Zersetzung des Harnstoffs und unterchlorigsauren Natrons entwickelt (Davy, Leconte); f) man bestimmt den Harnstoff maassanalytisch durch eine titrirte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Liebig's Methode). Von diesen Methoden ist die unter a verzeichnete ganz ungenau, und deshalb verlassen, die Methoden d und e bieten vorläufig noch keine genügende Garantie ihrer Genauigkeit, während die Methoden von Bunsen und Heintz zwar genau, aber ziemlich umständlich sind. Es wird deshalb für ärztliche und physiologische Zwecke kaum mehr eine andere Methode angewendet, als die Liebig'sche, die bei zu erreichender grosser Genauigkeit in wenig Minuten auszuführen ist, und daher die Ausführung ganzer Reihen derartiger Bestimmungen in verhältnissmässig kurzer Zeit gestattet. Indem wir auch hier bezüglich der Herstellung der titrirten Lösungen und der Vorbereitungen zur Ausführung auf die analytischen Handbücher verweisen müssen, geben wir eine kurze Schilderung der Ausführung der Methode und des Princips, worauf sie beruht.

Wenn man einer verdünnten Harnstofflösung eine gleichfalls verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd allmählich zusetzt, und die freie Säure der Mischung von Zeit zu Zeit mit kohlensaurem Natron neutralisirt, so erhält man einen flockigen weissen Niederschlag. Fährt man mit dem Zusatz von Quecksilbersalz und kohlensaurem Natron abwechselnd fort, so lange noch dieser Niederschlag gebildet wird, so stellt sich ein Punkt ein, bei welchem durch den Zusatz von kohlensaurem Natron die Mischung oder der Ort, wo der Tropfen hinfällt, eine gelbe Färbung von Quecksilberoxydhydrat oder basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd annimmt. In diesem Zeitpunkte enthält die Flüssigkeit keinen Harnstoff mehr, im Niederschlage aber ist auf 4 Aeq. Quecksilberoxyd 1 Aeq. Harnstoff enthalten. Wenn man daher den Quecksilbergehalt der Quecksilberlösung kennt, so kann man aus der zur Fällung des Harnstoffs in der angegebenen Weise verbrauchten Volumensmenge dieser Lösung die Quantität des in einer harnstoffhaltigen Flüssigkeit enthaltenen Harnstoffs durch einen einfachen Ansatz berechnen. Auf je 4 Aeq. Quecksilberoxyd, die ich zugesetzt habe, werden in der harnstoffhaltigen Flüssigkeit 1 Aeq. Harnstoff enthalten sein, oder was dasselbe ist, auf je 432 Gewichtstheile Quecksilberoxyd 60 Theile Harnstoff. Hätte ich eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd in der Weise titrirt, dass 1 C.C. derselben 10 Milligr. Harnstoff anzeigte, und ich hätte von dieser Lösung bis zur gelben Färbung 16 C.C. verbraucht, so wären in dem geprüften Harn $16 . 10 = 160$ Milligr. Harnstoff enthalten.

Zur Bestimmung des Harnstoffs im Harn verwendet man titrirte Quecksilberlösungen, von denen 1 C.C. 0,010 gr. Harnstoff anzeigt. Es ist aber vor der Be-

stimmung nöthig, die im Harn vorhandene Phosphorsäure auszufällen. Diess geschieht durch eine Mischung von 1 Vol. einer kalt gesättigten Lösung von salpetersaurem Baryt mit 2 Vol. kalt gesättigtem Barytwasser.

Man misst sich ein beliebiges Volumen Harn in einer Messröhre genau ab, giesst den gemessenen Harn in ein Becherglas, misst sich in derselben Messröhre $1/2$ Vol. der Barytmischung ab, und giesst dieses $1/2$ Vol. Barytmischung zu dem Harn im Becherglase. Man filtrirt von dem entstandenen flockigen Niederschlag ab, und nimmt mit einer Pipette, die bis zu einem Theilstriche im Halse genau 15 C.C. fasst, 15 C.C. des Filtrats zur Bestimmung selbst. Diese 15 C.C. entsprechen, da darin auf 2 Vol. Harn 1 Vol. Barytmischung enthalten ist, 10 C.C. Harn.

Man füllt eine Mohr'sche Quetschhahnburette bis zum 0 Punkte mit der titrirten Quecksilberlösung an, stellt den in einem Becherglase befindlichen Harn unter dieselbe, und lässt zur Mischung die titrirte Lösung unter beständigem Umrühren fliessen. Wenn man keine Vermehrung des Niederschlags mehr bemerkt, nimmt man einen Tropfen der umgerührten Flüssigkeit auf eine Glasschale, und lässt von dessen Rande aus einige Tropfen kohlensaure Natronlösung am besten aus einer Kautschukpipette zufliessen. Bleibt die Mischung weiss, so setzt man zum Harn wieder etwas Quecksilberlösung zu, und nimmt dann die Probe mit kohlensaurem Natron abermals vor, und fährt in dieser Weise so lange fort, bis bei einer neuen Probe nach dem Zufliessen von kohlensaurem Natron eine deutlich gelbliche Färbung entsteht. Man liest alsdann die verbrauchten C.C. der Probeflüssigkeit ab, sie geben mit 10 multiplicirt die Anzahl Milligr. Harnstoff an, die in 10 C.C. Harn enthalten waren.

Unter gewissen Umständen bedarf die erhaltene Zahl jedoch einer Correctur. Die Probeflüssigkeit, wie sie gewöhnlich angewendet wird, ist auf eine Harnstofflösung titrirt, welche 2 Proc. Harnstoff enthält, 15 C.C. dieser Harnstofflösung bedürfen zur Ausfällung des Harnstoffs und zur Anzeige der vollendeten Fällung 30 C.C. Quecksilberlösung; man erhält 45 C.C. Mischung, worin sich im Ganzen 30 mal 5,2 = 156 Milligr. freies Quecksilberoxyd befinden, jeder C.C. enthält mithin 3,47 Milligr. Quecksilberoxyd. — Wenn die 15 C.C. Harnstofflösung 4 Proc. Harnstoff enthalten, und man setzt zu 15 C.C. desselben 60 C.C. Quecksilberlösung, so hat man zusammen 75 C.C. Mischung, worin sich 312 Milligr. Quecksilberoxyd befinden, in jedem C.C. 4,16 Milligr. demnach 0,69 Milligr. Quecksilberoxyd mehr, als erforderlich ist, um die ursprüngliche Färbung hervorzubringen.

Man begeht daher, wenn der Harnstoffgehalt des Harns höher ist, einen Fehler, welcher den Harnstoffgehalt kleiner erscheinen lässt, als er wirklich ist. Um diesen Fehler zu beseitigen, müssen auf 15 C.C. Harn für die Anzahl der C.C. Quecksilberlösung, die man mehr als 30 C.C. zur Fällung gebraucht, der Mischung die halbe Zahl C.C. Wasser vor der Probe mit kohlensaurem Natron zugesetzt werden. — Verbraucht man z. B. 20 C.C. mehr, so setzt man 10 C.C. Wasser zu.

Aus demselben Grunde muss man im entgegengesetzten Falle, wenn der Harnstoffgehalt nur 1 Proc. beträgt, um die Probe zu haben, auf 15 C.C. Harn nicht 15 C.C. Quecksilberlösung, sondern 15,3 C.C. zusetzen. Um diesen Fehler, der den Gehalt vergrössert, zu vermeiden, muss man bei verdünntem Harn für je 5 C.C. Quecksilberlösung, die man weniger als 30 C.C. verbraucht, von der Summe der verbrauchten C.C. Quecksilberlösung 0,1 C.C. abziehen. — Verbraucht man also für 15 C.C. Harn 25 C.C. Quecksilber, so ist der Gehalt 249 Milligr., ausgedrückt durch 24,9 C.C. Quecksilberlösung.

Eine andere Fehlerquelle liegt in dem Kochsalzgehalt des Harns. Salpetersaures Quecksilberoxyd und Kochsalz setzen sich nämlich in Sublimat und salpetersaures Natron um; da nun Sublimat auf den Harnstoff nicht fällend wirkt, so beginnt die

Einwirkung auf den Harnstoff erst, wenn alles Kochsalz umgesetzt ist. Es fällt daher die Bestimmung etwas zu hoch aus.

Bei einem Harn, welcher 1 bis 1½ Proc. Kochsalz enthält (nur in den seltensten Fällen dürfte ein Harn mehr enthalten) kann man ohne Weiteres, um die richtige Zahl der Milligr. Harnstoff in 10 C.C. Harn zu erhalten, von der Anzahl der verbrauchten C.C. Quecksilberlösung 2 C.C. abziehen. Wenn der Kochsalzgehalt des Harns verschiedener Individuen in gewissen Grenzen wechselt, so sind die erhaltenen Unterschiede im Harnstoffgehalt dennoch richtig und vergleichbar mit einander; nur in der absoluten Quantität ist ein Fehler, welcher uncorrigirt 15 bis 20 Milligr. auf 10 C.C. Harn ausmacht.

Wo es sich daher um die absolute Quantität des Harnstoffs handelt, muss das Chlor des Harns durch salpetersaures Silberoxyd ausgefällt werden.

Die Bestimmung der Harnsäure kann in doppelter Weise vorgenommen werden.

150 bis 200 Grm. Harn werden in einem Cylinderglase genau gewogen und mit Salzsäure (auf die Unze Harn etwa eine Drachme Salzsäure) versetzt, gut umgeschüttelt und 36 bis 48 Stunden mit einer Glasplatte bedeckt der Ruhe überlassen. Die nach dieser Zeit ausgeschiedene Harnsäure bringt man in der Weise auf ein bei 100° C. im Luftbade getrocknetes und gewogenes Filter, dass man zuerst die an der Oberfläche der Flüssigkeit befindlichen Kryställchen auf das Filter spült, den gewöhnlich klaren übrigen Harn abgiesst, durch Reiben mit einem Glasstabe, der an seinem einen Ende mit Kautschuk überzogen ist, die Kryställchen von den Wänden des Cylinders vollständig losmacht, und endlich den ganzen Niederschlag sorgfältig mit kleinen Mengen Wassers in das Filter spült. Auf letzterem wird er so lange mit Wasser ausgewaschen, bis das ablaufende Waschwasser nicht mehr Lakmuspapier röthet, dann bei 100° C. vollständig getrocknet und gewogen. Zieht man vom Gesammtgewicht das bekannte des Filters ab, so erhält man die Menge der Harnsäure.

Oder man verfährt in nachstehender Weise:

Eine Parthie Harn, 15 bis 20 Grm., wird in eine Porzellanschale eingewogen, und auf dem Wasser- oder Sandbade bis zur Consistenz eines dicken Syrups verdunstet. Dieser Rückstand wird nun mit kleinen Parthien starken Weingeistes von 0,83 so lange extrahirt, als der Alkohol noch etwas aufnimmt. Der alkoholische Auszug wird filtrirt, und das in Alkohol Unlösliche mit verdünnter Salzsäure behandelt. Was ungelöst bleibt, ist Harnsäure mit etwas Schleim, wird auf einem bei 100° C. getrockneten und gewogenen Filter gesammelt, mit Salzsäure und dann Wasser gut ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Nach Abzug des Filters erhält man das Gewicht der Harnsäure für die in Arbeit genommene Menge Harn.

Hippursäure.

Zur Bestimmung der Hippursäure im Harn wurde in jüngster Zeit von Wreden ein maassanalytisches Verfahren angegeben (Journ. f. prakt. Chem. LXXVII, 446), welches sich auf die Unlöslichkeit des hippursauren Eisenoxyds gründet. Man wendet eine titrirte Eisenchloridlösung an, von der ein C.C. genau 10 Milligr. Hippursäure entspricht. Die Endreaction besteht darin, dass gegen ein mit Blutlaugensalz getränktes Papier durch Filtrirpapier hindurch ein Tropfen der Mischung mit einem Glasstabe gedrückt wird; bei Ueberschuss von Eisenchlorid entsteht alsbald ein blauer Fleck. Aus dem Harn wird vorher genau so wie bei der Harnstoffbestimmung Phosphorsäure, Schwefelsäure und Harnsäure ausgefällt (durch Aetzbaryt und salpetersauren Baryt). Das Filtrat wird mit Salpetersäure neutralisirt, und dann die Probe vorgenommen. Es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, über die Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit dieser Methode zu entscheiden.

Chlornatrium.

Auch die Bestimmung des Chlornatriums im Harn kann maassanalytisch und zwar in doppelter Weise vorgenommen werden.

a) Kochsalzbestimmung mittelst einer titrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Liebig).

Diese Methode gründet sich darauf, dass eine Harnstofflösung durch salpetersaures Quecksilberoxyd, nicht aber durch Sublimat gefällt wird. Enthält eine Harnstofflösung Kochsalz (Harn), so entsteht so lange keine bleibende Fällung durch eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, bis alles Kochsalz mit der Quecksilberlösung sich in salpetersaures Natron und Sublimat umgesetzt hat. Ueber diese Grenze hinaus bringt ein einziger Tropfen der Quecksilberlösung eine bleibende weisse Trübung hervor.

Wenn man die Quecksilbermenge in der Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyds kennt, welche man einer kochsalzhaltigen Harnstofflösung von unbekanntem Gehalt an Kochsalz bis zur Entstehung des bleibenden Niederschlages zugesetzt hat, so weiss man den Chlor- oder Kochsalzgehalt dieser Lösung. 1 Aeq. Hg in der verbrauchten Lösung entspricht genau 1 Aeq. Cl.

Die zur Bestimmung des Kochsalzes im Harn bestimmten Lösungen von salpetersaurem Quecksilberoxyd sind so titrirt, dass

1 C. C. derselben 10 Milligr. Kochsalz entspricht.

Auch zur Bestimmung des Chlornatriums ist es nöthig, die Phosphorsäure des Harns vorher auszufällen. Diess geschieht ebenso wie bei der Harnstoff- und Hippursäurebestimmung. Das Filtrat vom Barytniederschlag aber wird hier mit Salpetersäure schwach angesäuert.

Von dieser schwach sauren Flüssigkeit misst man sich mittelst einer Pipette 15 C. C. = 10 C. C. Harn in ein kleines Becherglas, füllt die titrirte Quecksilberlösung in die Burette, stellt dieselbe auf 0 und setzt nun vorsichtig die Quecksilberlösung zu dem Harn im Becherglase, den man in rotirende Bewegung versetzt. Die ersten Tropfen schon bringen eine Trübung hervor, die aber beim Umschütteln sogleich wieder verschwindet; verschwindet dieselbe beim Umschütteln nicht mehr, so liest man die Anzahl der verbrauchten C. C. der Quecksilberlösung ab. Mit 10 multiplicirt, giebt sie die Menge des in 10 C. C. Harn enthaltenen Kochsalzes in Milligrammen an.

Hätte man 11,5 C. C. Quecksilberlösung verbraucht, so hätten wir 11,5 × 10 = 115 Milligr. Kochsalz in 10 C. C. Harn, daher in 1000 C. C. 11,5 Grm. Kochsalz.

Diese Methode der Kochsalzbestimmung ist eben so genau, als leicht und schnell auszuführen.

Die Mohr'sche Methode der Chlorbestimmung im Harn gründet sich darauf, dass, wenn Chlormetalle und chromsaure Salze sich zugleich in einer neutralen Lösung befinden, bei allmählichem Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd und Umrühren so lange nur weisses Chlorsilber gefällt wird, als noch Chlor in Lösung ist. So wie aber alles Chlor als Chlorsilber niedergeschlagen ist, wird beim weiteren Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd rothes chromsaures Silberoxyd gefällt. Bei der Ausführung fällt man Phosphorsäure etc. aus, gerade wie bei der Harnstoffbestimmung, neutralisirt das Filtrat, und setzt zu einer 10 C. C. des ursprünglichen Harns entsprechenden Volumensmenge desselben tropfenweise neutrales chromsaures Kali zu, bis die Flüssigkeit gerade deutlich gelb erscheint. Sodann lässt man aus einer Burette die titrirte Silberlösung unter Umrühren allmählich einfliessen, bis der Niederschlag auch nach inniger Mischung eine röthliche Färbung annimmt. Bei der gewöhnlichen Titrestellung der Silberlösung entspricht 1 C. C. derselben 10 Milligr. Chlornatrium.

Auch die Phosphorsäure des Harns kann maassanalytisch bestimmt werden, und zwar durch eine titrirte Lösung von Eisenchlorid. Diese Methode beruht ein- Phosphorsäure.

fach auf der Fällbarkeit der Phosphorsäure durch Eisenchlorid als phosphorsaures Eisenoxyd, welches in freier Essigsäure unlöslich ist. Man benutzt eine Eisenchloridlösung, von der 1 C. C. 10 Milligr. Phosphorsäure fällt.

Man misst mit einer Pipette 100 C. C. Harn in ein Becherglas, setzt essigsaures Natron und freie Essigsäure zu. Man lässt nun aus der Burette die titrirte Eisenchloridlösung vorsichtig zufliessen, und prüft häufig, ob alle Phosphorsäure gefällt ist. Um Letzteres zu erkennen, legt man ein mit Ferrocyankalium getränktes Filtrirpapier auf eine weisse Porzellanfläche, und drückt mit einem Glasstabe, an welchem ein Tropfen der Mischung hängt, ein doppeltes Filtrirpapier dagegen; enthält die Mischung überschüssige Eisenlösung, so tritt innerhalb 3 bis 4 Secunden blaue Färbung ein. Man liest das verbrauchte Volumen der Eisenchloridlösung an der Burette ab, und findet sofort durch Multiplication mit 10 die Milligramme Phosphorsäure für 100 C. C. Harn.

Wenn man diese Probe einmal mit dem ursprünglichen Harn vornimmt, und in einem zweiten Versuch eine Parthie Harn mit Ammoniak fällt, und das Filtrat derselben Probe unterwirft, so kann man dadurch ermitteln, wie viel Phosphorsäure an Alkalien, und wie viel an alkalische Erden gebunden ist. Der erste Versuch ergiebt nämlich die Gesammtmenge der Phosphorsäure, der zweite die Menge der an Alkalien gebundenen. Die Differenz ist = der an alkalische Erden gebundenen.

Statt des Eisenchlorids kann zur maassanalytischen Bestimmung der Phosphorsäure auch eine titrirte Lösung von essigsaurem Uranoxyd benutzt werden (Neubauer, Pincus). Die Prüfung auf die Endreaction geschieht wie bei der Bestimmung mit Eisenchlorid. Ein rothbrauner Fleck auf dem unteren Papier vertritt hier den blauen, und zeigt das Ende der Reaction an.

Schwefelsäure.

Die maassanalytische Bestimmung der Schwefelsäure im Harn gründet sich darauf, dass, wenn der Harn vorher mit Säuren angesäuert wurde, Chlorbaryum im Wesentlichen nur schwefelsauren Baryt fällt. Der Titre der Chlorbaryumlösungen ist zweckmässig so gestellt, dass 1 C. C. derselben 10 Milligr. Schwefelsäure entspricht.

Man misst mit einer Pipette 100 C. C. Harn in ein Becherglas, säuert mit einigen Tropfen Salpetersäure an, und fügt sodann aus der Burette so lange von der titrirten Chlorbaryumlösung hinzu, bis alle Schwefelsäure gefällt ist. Man erkennt dieses, indem man wiederholt kleine Proben der über dem schwefelsauren Baryt stehenden Flüssigkeit abfiltrirt, und dieselbe auf Ueberschuss an Chlorbaryum mit schwefelsaurem Natron; und auf ungefällte Schwefelsäure mit Chlorbaryum prüft. Man liest sodann die Anzahl der verbrauchten C. C. Probelösung ab, multiplicirt mit 10 und hat die Menge der Schwefelsäure für 100 C. C. Harn. Man muss vor der Probe so lange warten, bis sich der schwefelsaure Baryt möglichst abgesetzt hat.

Kalk und Magnesia.

Die maassanalytische Bestimmung der alkalischen Erden: Kalk und Magnesia, gründet sich darauf, dass eine Lösung von übermangansaurem Kali durch Oxalsäure entfärbt wird. Setzt man zu einer Oxalsäure enthaltenden Flüssigkeit übermangansaures Kali, so tritt mit dem Momente eine bleibend rosenrothe Färbung ein, wo alle Oxalsäure oxydirt ist.

Bei der Ausführung fällt man aus zwei gleichen Quantitäten Harn durch Ammoniak sämmtliche phosphorsaure Erden aus, sammelt die Niederschläge auf zwei Filtern, und bestimmt nach dem Auswaschen in der einen Hälfte derselben die Phosphorsäure wie oben maassanalytisch. Die andere Hälfte löst man in Essigsäure, und fällt aus der Lösung den Kalk durch oxalsaures Ammoniak. Man wäscht den Niederschlag von oxalsaurem Kalk sorgfältig aus, löst ihn in einigen Tropfen Salzsäure, und setzt der erwärmten Lösung so lange eine titrirte Auflösung von übermangansaurem Kali zu, bis die Flüssigkeit eine bleibende schwach rosenrothe Färbung an-

genommen hat. War die Chamäleonlösung so titrirt, dass 1 C. C. derselben 0,010 Gr. Oxalsäure entspricht, so hat man die verbrauchten C. C. der Lösung mit 10 zu multipliciren, und erhält so das Gewicht der Oxalsäure, welche in der Lösung des oxalsauren Kalkes enthalten war. 10 Milligr. Oxalsäure aber entsprechen 7,7 Milligr. Kalk. Aus der so gefundenen Menge Kalk berechnet man die Menge der Phosphorsäure, die damit in dem Ammoniakniederschlage verbunden war, und zieht man diese Phosphorsäure von der direct bestimmten Phosphorsäure ab, so bleibt als Differenz die Phosphorsäure, welche an Magnesia gebunden ist, und es lässt sich aus diesen Prämissen die Menge der letzteren leicht berechnen.

Ammoniak.

Zur Bestimmung des Ammoniaks im Harn benutzt man eine zuerst von Schlösing angegebene Methode, welche sich einfach darauf gründet, dass eine freies Ammoniak enthaltende wässerige Lösung an der Luft ihr Ammoniak schon nach relativ kurzer Zeit bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten lässt, und dass verdünnte Schwefelsäure in einem abgeschlossenen Raume sämmtliches Ammoniak absorbirt. Bringt man also eine Ammoniak enthaltende wässerige Lösung, z. B. Harn neben ein bestimmtes Volumen einer titrirten Schwefelsäure in einen abgeschlossenen Raum, so ist nach einiger Zeit alles Ammoniak von der Schwefeläusre absorbirt, und eine äquivalente Menge der letzteren in schwefelsaures Ammoniak verwandelt, die sich durch Zurücktitriren der nicht gesättigten mit Natronlauge von bestimmtem Gehalt leicht bestimmen lässt. Bezüglich der Ausführung vgl. Neubauer, Analyse des Harns. 3te Aufl. 1858. S. 135.

Säuregrad.

Für bestimmte physiologische und ärztliche Zwecke ist es von Interesse, den Grad der sauren Reaction des Harns vergleichen zu können, oder, wie man sich auch wohl nicht ganz richtig ausdrückt, die „freie Säure“ des Harns zu bestimmen. Da die saure Reaction des Harns von sauren Salzen herrührt, so kann von einer eigentlich freien Säure im chemischen Sinne nur dann die Rede sein, wenn ausser diesen sauren Salzen des Harns auch wirklich freie Säuren, wie z. B. Milchsäure, zugegen sind. Da aber dieses Letztere wirklich der Fall sein kann, so kann man den Säuregrad des Harns in einer zur Vergleichung geeigneten Weise nur dadurch bestimmen, dass man das Sättigungsvermögen sauer reagirenden Harns mit dem einer bekannten beliebigen Säure vergleicht. Man ist unter den Aerzten übereingekommen, als Ausgangspunkt des Vergleichs die Oxalsäure zu wählen, und es geschieht diess dadurch, dass man eine bekannte Harnmenge mit einer Aetznatronlösung genau neutralisirt, von der jeder C. C. 10 Milligr. Oxalsäure entspricht. Die Säure des Harns wird also durch eine äquivalente Menge Oxalsäure willkürlich ausgedrückt.

Versuche, aus dem spec. Gewicht des Harns seinen Gehalt an festen Stoffen und an Harnstoff zu berechnen.

Es muss hier noch erwähnt werden, dass man versucht hat, für ungefähre Berechnungen der festen Stoffe des Harns und des Harnstoffs das specifische Gewicht desselben zu benutzen, da Letzteres in einer jedenfalls nahen Beziehung zu den im Harn aufgelösten Stoffen steht. Man erhält nach zahlreichen vergleichenden Untersuchungen approximativ den Gehalt des Harns an festen Stoffen, indem man von dem gefundenen specifischen Gewichte 1000 abzieht, und den Rest verdoppelt. Hätte z. B. ein Harn ein spec. Gewicht von 1,017, so hätte man 1017 — 1000 = 17 . 2 = 34 Th. feste Bestandtheile in 1000 Th. Harn (Trapp'sche Formel). Ein ähnliches Resultat erhält man, wenn man die zwei letzten Ziffern des specifischen Gewichts mit 2,33 multiplicirt (Häser'sche Formel).

Haughton hat versucht, aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen eine bestimmte als Regel benutzbare Beziehung zwischen Harnstoffgehalt und spec. Gewicht des Harns abzuleiten. Bei einem spec. Gewicht des Harns von 1,014 oder von 1,028 soll die Menge des Harnstoffs, in Granen ausgedrückt, in einer Unze Harn gleich sein der Hälfte der um 1000 verminderten Zahl des specifischen Gewichts, also 7 oder

respective 14. Für alle zwischen jenen gelegenen Zahlen des spec. Gewichtes sei die entsprechende Harnstoffzahl grösser, als die Hälfte der um 1000 verminderten Gewichtszahl, für alle übrigen specifischen Gewichte aber kleiner. Die hiernach beschriebene Curve des Ganges des Harnstoffgehaltes in Bezug auf das spec. Gewicht ist eine Parabel; bedeutet y die Anzahl von Granen Harnstoff in einer Unze Harn, x das um 1000 verminderte specifische Gewicht, so ist:

$$y = A + Bx + Cx^2,$$
wenn $x = 14$, ist $y = 7$,
wenn $x = 28$, ist $y = 14$;
daher $A = -14$,
$B = 2C = -\frac{1}{28}$.

Obiger Gleichung giebt Haughton die Form $(28 - x)^2 = 28(14 - y)$, nämlich die Gleichung der Parabel mit dem Parameter 28. Obgleich Haughton für die Anwendbarkeit seiner Methode experimentelle Belege beibringt, so müssen doch erst weitere Untersuchungen lehren, ob den Angaben Haughton's ein wirkliches Gesetz zu Grunde liegt.

Mittlere Gewichtsmengen der einzelnen Harnbestandtheile, welche mit dem Harn innerhalb 24 Stunden ausgeschieden werden.

Gewichtsmengen der innerhalb 24 Stunden durch den Harn ausgeschiedenen Stoffe.

So zahlreich die über diese Frage angestellten Beobachtungen sind, so darf man doch bei der Verwerthung der erhaltenen Resultate nie ausser Acht lassen, dass Mittelzahlen nur dann eine wahrhafte Berechtigung beanspruchen können, wenn sie aus wirklich gleichartigen Beobachtungen gezogen werden. Wenn man aber nachsieht, wie es mit diesem Postulate bei der Feststellung der Mittelzahlen für die bei gesunden Menschen innerhalb 24 Stunden durch den Harn entleerten Stoffe steht, so findet man, dass die Gleichartigkeit meist nur darin besteht, dass sich die Versuche auf gesunde Individuen im mittleren Lebensalter und von gewöhnlicher gemischter Nahrung Lebende beziehen. Da aber, wie wir später sehen werden, auf die Zusammensetzung des Harns Alter, Geschlecht, Tageszeit, Genuss von Flüssigkeiten, Fleischquantum der Nahrung, Ruhe und Bewegung, Genuss geistiger und stimulirender Getränke, und mehrere andere Momente den grössten Einfluss ausüben, so ist die Gleichartigkeit der Beobachtungen nur in sehr beschränktem Maasse gegeben, und es würde der Werth der gewonnenen Zahlen gänzlich in Frage stehen, wenn nicht dieselben, sowie sie von verschiedenen Beobachtern aus meist sehr zahlreichen Beobachtungen abgeleitet wurden, unter sich nicht allein, sondern auch mit anderen verglichen, eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung zeigten.

Jedenfalls können diese Zahlen nur dazu dienen, von den factischen Stoffausscheidungen durch den Harn ein ungefähres Bild zu geben. Aus den nachstehenden Tabellen wird sich ausserdem ergeben, dass die für die Zusammensetzung des Harns eines 23jährigen gesunden, 72 Kilogramm schweren Mannes, der eine regelmässige Lebensweise führte, und

gemischte Nahrung genoss, aus einer 8tägigen Beobachtungsdauer abgeleiteten Zahlen mit denjenigen ziemlich nahe übereinstimmen, die J. Vogel aus grossen an verschiedenen Individuen von ihm und seinen Schülern angestellten Untersuchungsreihen gezogen hat.

Die Methoden, welche bei diesen Untersuchungen zur Anwendung kamen, waren die oben beschriebenen zuverlässigen.

Bestandtheile	Kerner. 23jähr. Mann. 72 Kilogramm schwer. 8tägige Beobachtungsdauer. In 24 Stunden				J. Vogel. Mittelzahlen aus zahlreichen an verschiedenen Individuen angestellten Beobacht.	
	Minimum	Maximum	Mittel	Für 1 Kilogr.	In 24 St.	In 1000 Th. Harn
Harnmenge	1090 C.C.	2150 C.C.	1491 C.C.	20,7 C.C.	1500	—
Specifisches Gewicht	1,015	1,027	1,021	—	1,020	—
Wasser	—	—	—	—	1440	960
Feste Stoffe	—	—	—	—	60	40
Harnstoff	32,00	43,4	38,1	0,53	35	23,3
Harnsäure	0,69	1,37	0,94	0,01	0,75	0,5
Chlornatrium	15,00	19,20	16,8	0,23	16,5	11,0
Phosphorsäure	3,00	4,07	3,42	0,05	3,5	2,3
Schwefelsäure	2,26	2,84	2,48	0,03	2,0	1,3
Phosphorsaurer Kalk	0,25	0,51	0,38	0,005	—	—
Phosphors. Magnesia	0,67	1,29	0,97	0,01	—	—
Gesammtmenge der Erdphosphate	0,93	1,73	1,35	0,02	1,2	0,8
Ammoniumoxyd	0,74	1,01	0,83	0,01	0,65	0,4
Freie Säure	1,47	2,20	1,95	0,02	3,0	2,0

Gasgehalt des Harns.

Gasgehalt des Harns. Ueber den Gasgehalt des Harns, und über die Zusammensetzung dieser Gase sind in jüngster Zeit Untersuchungen von Planer und Cl. Bernard angestellt, die im Allgemeinen zu übereinstimmenden Resultaten führten, und ergaben, dass im Harn Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff aufgelöst sind, letzteres Gas aber in so geringer Menge, dass es kaum in Betracht kommt. Der Gasgehalt des Harns stellt sich nach den Beobachtungen von Planer geringer, wie der des Blutes, und die Kohlensäure macht den bei Weitem grössten Theil desselben aus, ist aber beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Die in Anwendung gezogene Methode bei den Untersuchungen war die von L. Meyer für die Bestimmung der Blutgase benutzte. Die durch

Weinsäure aus dem ausgekochten Harn gewonnene Kohlensäure wurde als gebundene angenommen. Wir stellen die von Planer und von Cl. Bernard gewonnenen Resultate tabellarisch zusammen, schicken aber erläuternde Bemerkungen voraus.

In den Analysen von Planer, der auch die Dichtigkeit des Harns und seinen Harnstoffgehalt bestimmte, betrifft I. einen Harn, der 5 Stunden nach dem Frühstück entleert wurde, II. einen Morgenharn nach 14stündigem Fasten und Wassertrinken excernirt; III. 2 Stunden nach dem Mittagsessen, IV. nach dem Genusse von 3 Drachmen Weinstein, V. nach dem Genusse von 2 Drachmen neutralem weinsauren Kali. Die bei Krankheiten angestellten Beobachtungen sollen weiter unten angegeben werden. Näheres Detail über die Bernard'sche Analyse fehlt.

Nro. des Versuches und Beobachter	Harn in C.C.	Specifisches Gewicht	Harnstoff in 1000 Theilen Harn	In 1000 Cubikcentimeter Harn							In 100 Vol. Harngasen		
								Kohlensäure					
				Gesammtes Gas	Freies Gas	Sauerstoff	Stickstoff	freie	gebundene	gesammte	Kohlensäure	Stickstoff	Sauerstoff
I. Planer	375	1,015	15,4	75,48	54,7	0,6	8,7	45,4	20,8	66,2	83,0	15,8	1,1
II. Planer	240	1,011	13,7	71,20	52,4	0,2	8,0	44,1	18,8	62,9	84,2	15,2	0,5
III. Planer	270	1,021	24,3	160,5	108	0,5	7,8	99,6	52,5	152,1	92,3	7,2	0,5
IV. Planer	135	1,013	14,4	164,3	136,7	0,8	10,9	125	27,6	152,6	91,4	8	0,6
V. Planer	135	1,009	6,8	62,2	62,2	0,46	12,84	48,9	0	48,9	78,6	20,6	0,7
VI. Cl. Bernard	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78,8	18,6	2,5

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass der Gehalt des Harns an freier Kohlensäure geringer ist, wie der des Blutes, auch ist die Menge der gebundenen Kohlensäure im Harn unbedeutend. Der Gehalt des Harns an Kohlensäure nimmt während der Verdauungsperiode zu, wie dies auch für das Blut nach unseren bisherigen Erfahrungen zu gelten scheint; ebenso bedingt Genuss von saurem weinsauren Kali eine Vermehrung der Kohlensäure.

Quantitative Zusammensetzung der Harnasche.

Harnasche.

Da sich die anorganischen Bestandtheile des Harns direct und mit grosser Genauigkeit bestimmen lassen, so erscheint eine Analyse der Harnasche nur insofern von Interesse, als sie zur Vergleichung mit der Asche der Fäces einerseits und des Bluts andererseits benutzt werden kann, eine Vergleichung, die einen Ueberblick über die Vertheilung der anorganischen Ausgaben des Thierkörpers gestattet. Wir stellen daher auch die

von Porter ausgeführte Analyse der Asche des menschlichen Harns mit der von demselben Chemiker angestellten Analyse der Fäces desselben Individuums, welches den Harn lieferte, und mit einer Analyse der Blutasche des Menschen zusammen.

Vergleichung der Asche des Harns, der Excremente, des Bluts und der Nahrung.

Bestandtheile in 100 Theilen Asche	Harn. Porter	Fäces. Porter	Blut. Verdeil	Harn und Fäces nach Abzug des Na Cl	Nahrung nach Abzug von Na Cl
Chlornatrium	67,26	4,33	55,63	—	—
Kali	13,64	6,10	11,24	28,69	39,75
Natron	1,33	5,07	6,27	4,53	3,69
Kalk	1,15	26,46	1,85	12,48	2,41
Bittererde	1,34	10,54	1,26	6,69	7,42
Eisenoxyd	Spur	2,50	8,68	0,97	0,79
Phosphorsäure . . .	11,21	36,03	11,10	35,62	42,52
Schwefelsäure	4,06	3,13	1,64	9,05	1,86
Kohlensäure	—	5,07	6,95	1,97	1,12
Kieselsäure	—	—	—	—	0,44

Die Zusammensetzung der Asche der Fäces und des Harns (combinirt) ist der der Nahrung, wie sie Porter aus den Achenanalysen der einzelnen Bestandtheile gemischter Nahrung annähernd berechnet hat, sehr ähnlich mit Ausnahme des Kalks und der Schwefelsäure. Der beträchtlichere Kalkgehalt der Excremente (Harn und Fäces) erklärt sich aus dem bedeutenden Kalkgehalt des Trinkwassers, der höhere Schwefelsäuregehalt derselben aber aus dem Umstande, dass die Schwefelsäure des Harns zum Theil erst im Organismus durch Oxydation des Schwefels der Albuminate und Albuminoide erzeugt wird, während sich in den Fäces gewöhnlich auch schwefelhaltige Umsatzproducte der Galle finden.

Schwankungen der durch den Harn ausgeschiedenen Gewichtsmengen der verschiedenen Bestandtheile desselben unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen.

Schwankungen in der Ausscheidung von Stoffen durch den Harn unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

So gewiss es ist, dass die Mengen der durch den Harn ausgeschiedenen Producte der Stoffmetamorphose unter verschiedenen physiologischen Bedingungen beträchtlichen Schwankungen unterliegen, und so zahlreiche Untersuchungen über den Einfluss dieser physiologischen Bedingungen angestellt sind, so gewiss ist es andererseits, dass wir noch weit davon entfernt sind, einen allgemein gültigen Ausdruck für den Wirkungswerth dieser verschiedenen physiologischen Bedingungen ge-

wonnen zu haben. Der Grund, warum so viele Mühe häufig eine so geringe und zweifelhafte Ausbeute gegeben hat, ist einfach der, weil bei der von den verschiedenen Beobachtern eingeschlagenen Methode dem ersten Postulate: der Eliminirung aller übrigen Einflüsse, oder der Eruirung ihres Wirkenswerthes nicht Genüge geleistet werden konnte, oder weil versäumt wurde, auf alle Momente Rücksicht zu nehmen. Die meisten derartigen Untersuchungen sind an Menschen angestellt, und in der That ist es gerade hier von ganz besonderem Interesse, namentlich für den Arzt, die Gesetze der Stoffausscheidung zu ermitteln. Allein hier ist es auch am schwierigsten, obigem Postulate zu genügen, ja bis zu einem gewissen Grade ist diess geradezu unmöglich, und damit geht auch die Beweiskraft der erlangten Resultate mehr oder weniger vollständig verloren. Vermag man andererseits bei Thieren allen Anforderungen der Kritik zu genügen, so fragt es sich, inwiefern an Thieren gewonnene Resultate auf den menschlichen Organismus übertragen werden können. Eine wirkliche Kenntniss der Wirkungswerthe der verschiedenen Bedingungen für die Stoffausscheidungen durch den Harn setzt die genaueste Kenntniss der Gesetze des Stoffwechsels überhaupt voraus. Von einer solchen sind wir aber leider noch sehr weit entfernt. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich die keineswegs erfreuliche Thatsache, dass die verschiedenen Beobachter bei der versuchten Feststellung des Einflusses verschiedener Momente auf die Stoffausscheidung durch den Harn nicht selten zu geradezu sich widersprechenden Resultaten gelangt sind, zur Genüge. Sie werden es aber auch rechtfertigen, wenn wir in Nachstehendem nur Dasjenige geben, was in sich die meiste Garantie der Richtigkeit darbietet, aber auch dieses nur mit allem hier so nöthigen Vorbehalte.

1. Ausscheidung des Harnstoffs.

Harnstoff.

Wir haben bereits weiter oben die Bedeutung des Harnstoffs für den Stoffwechsel auseinandergesetzt, und hervorgehoben, dass seine Ausscheidungsgrösse bis zu einem gewissen Grade für die Beurtheilung des Maasses des Stoffwechsels benutzt werden könne. So manche Aufschlüsse die in jüngster Zeit von Bischoff und Voit an Thieren angestellten Versuche über die Bedingungen des Stoffwechsels gebracht haben, so sehr haben sie auch dazu beigetragen, Vieles wieder in Frage zu stellen. Wenn man irgend eine Untersuchung über den Stickstoffkreislauf und den Einfluss irgend eines Agens auf denselben anstellen will, so ist es unumgänglich nöthig, sich vorerst aufs Sicherste zu überzeugen, ob aller ausgeschiedene Stickstoff im Harn und Koth zu finden ist, und demnach nichts durch anderweitige Zersetzung verloren geht; geht aber der Stickstoff anderweitig verloren, so ist jede Untersuchung der Art vollkommen vergeblich, denn es kann der Harnstoff möglicherweise nur dadurch vermindert sein, dass mehr Stickstoff auf diesem andern Wege ausgeschieden, oder dadurch vermehrt erscheinen, dass weniger auf demselben ausgeschieden worden. Es ist aber durch die Versuche von Bischoff und Voit wieder zweifelhaft

geworden, ob aller Stickstoff im Harn des Menschen wieder erscheint, und damit allen derartigen am Menschen angestellten Untersuchungen die wesentlichste Grundlage genommen.

Die innerhalb gewisser Zeiträume mit dem Harn ausgeschiedenen Harnstoffmengen erscheinen abhängig:

Allgemeine Bedingungen seiner Ausscheidungsgrösse.

Allgemein ausgedrückt: 1. von der Masse des Körpers an Fett und Fleisch; 2. von der Menge und Qualität der genossenen Nahrung; 3. von der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs; 4. von der Stärke der Saftströmung im Thierorganismus.

Im Besonderen von folgenden Momenten:

Einfluss des Geschlechtes und Alters,

Einfluss des Geschlechtes und des Alters. Als mehr oder weniger constatirt ist darüber Nachstehendes zu betrachten:

Die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen absoluten Harnstoffmengen sind bei Männern grösser, wie bei Frauen und Kindern, und nehmen mit dem Körpergewichte im Allgemeinen ab, allein keineswegs im geraden Verhältnisse. Bei kleinen Kindern beträgt die für die Einheit des Körpergewichtes ausgeschiedene Harnstoffmenge sogar mehr, wie bei Erwachsenen, am geringsten ist die Harnstoffausscheidung bei Greisen. Für diese Angaben sind die Gewährsmänner Becquerel, Lecanu, Bischoff, Scherer.

der Harnmenge,

Einfluss der Harnmenge. Die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Harnstoffmengen, alles Uebrige gleichgesetzt, steigen mit der innerhalb dieser Zeit gelassenen Harnmenge. Ein reichlich gelassener, wenngleich verdünnter Harn führt mehr Harnstoff aus dem Körper, als ein sparsam ausgeschiedener, aber an und für sich an Harnstoff reicherer (Bischoff, Becher, Kaupp, Genth). Diess gilt selbst für den Harn, der zur selben Zeit aus den beiden Nieren desselben Thieres excernirt wird (Ludwig, Hermann). Legt man den Ureter beiderseits bloss und fängt den Harn auf, so zeigt sich, dass die Nieren zu gleichen Zeiten ungleiche Harnvolumina absondern, und zwar von ungleichem Harnstoffgehalt; dem Mehr des Harns entspricht ein Mehr des Harnstoffs. Diese Verhältnisse sind deshalb von Bedeutung, weil sie die Unmöglichkeit darthun, aus der Analyse einer beliebigen Harnportion irgend welche Schlüsse für den Stoffwechsel zu ziehen.

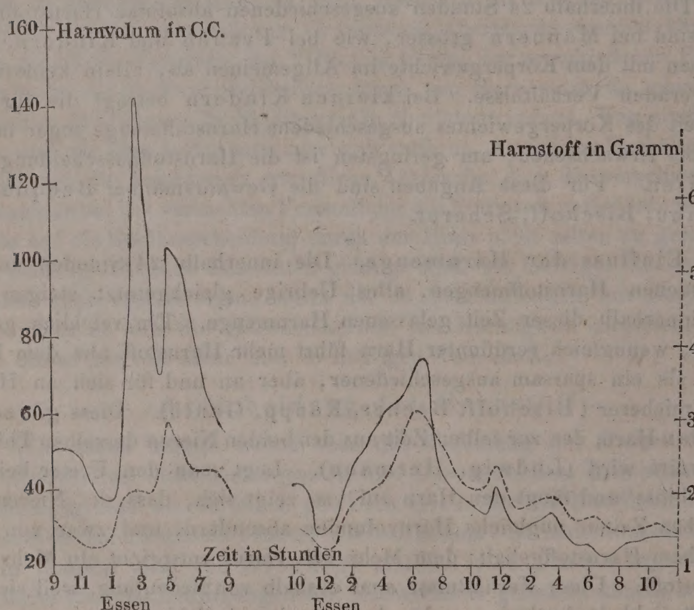
der Zahl der Harnentleerungen,

Einfluss der Zahl der Harnentleerungen. Die innerhalb einer gewissen Zeitperiode ausgeschiedenen Harnstoffmengen sind bedeutender, wenn häufige, wie wenn seltene Harnentleerung stattfindet. Man erklärt diess aus einer theilweisen Resorption des Harns bei längerem Verweilen in der Blase (H. Kaupp).

der Tageszeiten.

Einfluss der Tageszeiten. Die mit dem Harn ausgeschiedenen Harnstoffmengen sind keineswegs in den verschiedenen Tageszeiten gleich, sondern es finden beträchtliche Schwankungen in der Harn- und Harnstoffmenge statt vom Morgen bis in die späteren Nachmittagsstunden, wo

das Maximum erreicht wird, um von da ab wieder zu sinken. Die Essenszeit macht sich dabei in der Weise geltend, dass kurze Zeit nach der Mahlzeit der Harnstoffgehalt zu steigen beginnt, nach etwa 6 Stunden seinen Höhepunkt erreicht und dann wieder sinkt. Sinken und Steigen geht mit Schwankungen um eine mittlere Linie vor sich. Mit dem Steigen und Fallen des Harnstoffs steigt und fällt auch die Harnmenge, jedoch durchaus nicht genau proportional. Untenstehende, diese Verhältnisse erläuternde graphische Darstellung ist Ludwig's Lehrbuch der Physiologie entlehnt (nach Becher's und Voit's Untersuchungen). Die ausgezogenen Curven beziehen sich auf das stündliche Harnvolumen, die punctirtten auf den Harnstoff:



Auch bei vollkommen gleicher Lebensweise stellt sich die tägliche Harnstoffmenge nicht von einem zum andern Tage gleich, sondern schwankt auf und ab in mehr oder weniger regelmässigen Perioden und Abständen.

Einfluss des Geschlechtslebens.

Einfluss des Geschlechtslebens. Nach Beigel soll bei Frauen während der Menstruation die Harnstoffausscheidung ab-, dann aber wieder zunehmen; es bedürfte aber wohl zahlreicherer Untersuchungen, um dieses Verhältniss bestimmt zu constatiren.

Einfluss der Ruhe und Bewegung. Alles andere gleich gesetzt, soll Bewegung und Muskelanstrengung den Harnstoff vermehren (Lehmann, Beigel, Hammond); diess soll so lange der Fall sein, als das für die genossene Nahrung erreichbare Maximum noch nicht gewonnen ist; ist dagegen die Nahrung sehr wasserreich, so soll die hinzukommende Bewegung den Harnstoff eher vermindern (Genth, Mosler). Da sich zugleich das Harnvolumen bei der Bewegung mindert, so würde daraus zu schliessen sein, dass die Muskelbewegung die Harnstoffausscheidung nicht so weit steigert, dass der durch die Schweissbildung verursachte Verlust gedeckt wird. Die von Voit an einem Hunde angestellten Untersuchungen führen ihn zu dem Schlusse, dass anstrengende Bewegungen des nüchternen Thieres eine nur sehr geringe Vermehrung des Harnstoffs bewirken, des reichlich mit Fleisch gefütterten eine etwas bedeutendere, im Ganzen aber auch wieder viel geringere als nach den bisherigen Beobachtungen zu erwarten war. Voit leugnet auf Grund seiner Versuche eine Harnstoffvermehrung als unmittelbare Wirkung der Bewegung, und sucht den Grund derselben in anderen, die anstrengende Bewegung begleitenden Bedingungen: Verdunstung von Wasser durch Haut und Lungen, reichlicheres Trinken und dadurch bedingter grösserer Harnmenge und grösserer Schnelligkeit der Saftbewegung, endlich in der beschleunigten Respiration, durch welche dem Organismus ungleich mehr Sauerstoff zugeführt wird, als in der Ruhe. Allein diese Erscheinungen sind ja unmittelbare Folgen der Bewegung.

Einfluss der Ruhe und Bewegung,

Einfluss der Temperatur. Nach den Versuchen von Kaupp soll bei höherer Temperatur in 24 Stunden etwas weniger Harnstoff ausgeschieden werden, wie bei niederer. Hier dürfte wohl die durch die Schweissbildung bedingte Verminderung der Harnmenge zunächst in Betracht kommen.

der Temperatur,

Einfluss der Nahrung. Wie auf den Stoffumsatz überhaupt, so übt auch auf die innerhalb gewisser Zeitabschnitte erfolgende Harnstoffausscheidung Quantität und Qualität der Nahrung den bestimmendsten Einfluss aus.

der Nahrung.

Bei Entziehung aller Nahrung nimmt die innerhalb gewisser Zeiträume ausgeschiedene Harnstoffmenge im Allgemeinen ab, allein nach den übereinstimmenden Beobachtungen verschiedener Physiologen und Chemiker (Lassaigne, Scherer, Becher, C. Schmidt, Frerichs, Bischoff) dauert sie bis zum eintretenden Hungertode sowohl bei Thieren als Menschen fort, geschieht also auf Kosten der Gewebe.

Stickstoffreiche, aus Albuminaten (Fleisch, Eier und dergl.) bestehende Nahrung, sowie solche, welche reichliche Mengen von leimgebenden Geweben oder Leim enthält, steigert die Harnstoffausscheidung, und zwar nimmt das Gewicht des täglich ausgeschiedenen Harnstoffs annähernd in dem Maasse zu, als die Menge der stickstoffreichen Nahrung wächst.

Diese Vermehrung des Harnstoffs durch Fleischnahrung hat aber eine Grenze, über die hinaus eine weitere Vermehrung nicht mehr stattfindet (Bischoff und Voit).

Fett und Kohlehydrate vermindern die Harnstoffausscheidung, so dass dasselbe Thier weniger Harnstoff liefert beim ausschliesslichen Genusse von Wasser und Fett, oder selbst bei einer reichlichen Nahrung aus Amylum und Fett mit einem geringen Zusatz von Albuminaten, als bei vollständiger Nahrungsentziehung.

Eine aus Mehl, Fett und Fleisch gemischte Nahrung erzeugt, gleiche Nierenthätigkeit vorausgesetzt, weniger Harnstoff, als dieselbe Menge von Fleisch für sich allein genommen (Bischoff, Hoppe, Botkin).

Ein Zusatz von Fett dagegen zu reichlicher Fleischnahrung bringt eine Verminderung der Harnstoffausscheidung nicht hervor, dieselbe steigt vielmehr in demselben Maasse, wie wenn vermehrte Mengen von Fleisch allein gefüttert werden (Bischoff und Voit).

Einfluss des Trinkens.

Einfluss des aufgenommenen Wassers. Reichliches Trinken steigert nach übereinstimmenden Beobachtungen bei Menschen und Thieren den Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile, und somit auch die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedene Harnstoffmenge. Mit der Menge des aufgenommenen Wassers und mit der Harnmenge steigt die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs, wenn auch der procentische Gehalt des Harnstoffs noch so sehr sinkt (Bischoff, Boecker, Becquerel, Chossat, Lehmann, Voit). Den Grund dieser Erscheinung hat man darin zu suchen, dass bei vermehrter Wasseraufnahme mehr Parenchymflüssigkeit durch die Gewebe geht, und damit der intermediäre Stoffkreislauf, somit auch die Eiweisszersetzung und Harnstoffbildung vergrössert wird (Voit).

Gleiche Mengen fester und flüssiger Nahrung erzeugen unter sonst gleichen Bedingungen nicht gleich viel Harnstoff. War die Nahrung trocken und wird sie später mit Wasser versetzt, so wirkt dieselbe Menge Wasser viel mehr steigernd, wie wenn längere Zeit hindurch die Nahrung selbst schon wasserreich war (Mosler). Auch soll Wasser, welches man während des Essens trinkt, eine bedeutendere Harnstoffvermehrung bewirken, wie solches, welches erst nach der Verdauung der festen Speisen getrunken wird.

des Kochsalzes.

Einfluss des Kochsalzes in der Nahrung. Kochsalzzusatz zur Nahrung bedingt eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung. Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, dass es die Saftströmung im Organismus verstärkt, und damit auch den Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile steigert (Voit). Die gesteigerte Saftströmung erfolgt auch, ohne dass mehr getrunken wird; um das Salz aus dem Körper in den

Harn abzuscheiden, ist Wasser nöthig; wird dieses nicht von aussen zugeführt, so wird es dem sonst durch die Lungen ausgeschiedenen, oder den Organen entnommen.

Aehnlich wie Kochsalz wirken andere Salze, wie z. B. Salpeter.

Einfluss des Kaffees, Thees und Alkohols.

Einfluss gewisser Genussmittel. Es gehören namentlich Kaffee, Thee und weingeistige Getränke zu jenen, über deren Wirkungen auf den Stoffwechsel Versuche angestellt sind. Im Allgemeinen kam man dabei zu dem Resultate, dass Thee, Kaffee, Bier und Wein den Stoffwechsel verlangsamen, und damit die Menge des täglich ausgeschiedenen Harnstoffs vermindern. Doch hat es auch an widersprechenden Angaben nicht gefehlt, was namentlich für die Wirkung des Thees und Weins gilt (Falck, J. Lehmann).

Auch Tabackrauchen soll nach W. Hammond eine Verminderung der Harnstoffausscheidung veranlassen.

Wäre es zulässig, an Thieren gewonnene Resultate sofort auf den menschlichen Organismus anzuwenden, so könnte man sagen, dass eine Verminderung der Harnstoffausscheidung nach Kaffeegenuss nicht eintritt, indem die Versuche von Voit, an einem Hunde angestellt, mit grösster Bestimmtheit ergeben haben, dass bei diesem Thiere der Kaffee durchaus keine Verminderung der Harnstoffausscheidung bewirkte, ja eher eine Vermehrung, wie eine Verminderung des Stickstoffumsatzes stattfand. Wenn aber auch diese Versuche die bisher an Menschen angestellten Beobachtungen direct zu widerlegen nicht im Stande sind, so wird doch dadurch das Vertrauen auf die Stichhaltigkeit ihrer Resultate sehr erschüttert, und es ergiebt sich daraus die Aufforderung, durch weitere Versuche die Wirkung der Stimulantia auf den Stoffwechsel festzustellen.

von aussen eingeführter chemischer und arzneilicher Präparate.

Einfluss von aussen dem Organismus zugeführter chemischer Verbindungen und Arzneistoffe. Gewisse Präparate: Harnstoff, Harnsäure, Guanin, Glycin, Theïn und Theobromin, Cubeben und Canthariden innerlich genommen, sollen eine Vermehrung, Ol. Terebinth. äther., Digitalis eine Verminderung der Harnstoffausscheidung bewirken. Doch sind diese Verhältnisse nur mit Bezug auf die Wirkung des Harnstoffs und der Harnsäure genügend festgestellt.

Eine Verlangsamung des Stoffwechsels und demgemäss Verminderung der Harnstoffausscheidung bewirken selbst kleine Gaben von arseniger Säure in den Kreislauf gebracht, rascher bei directer Injection ins Blut, langsamer, jedoch nicht minder intensiv, bei der Resorption durchs Darmrohr (C. Schmidt und Stürzwage).

2. Ausscheidung der Harnsäure.

Harnsäure

Die innerhalb einer gewissen Zeit mit dem Harn ausgeschiedenen Harnsäuremengen zeigen innerhalb allerdings ziemlich enger Grenzen

nicht unbeträchtliche Schwankungen, diese Unregelmässigkeiten werden aber geringer, wenn man statt der täglichen Ausscheidungen mehrtägige vergleicht, so dass man aus den namentlich von Ranke angestellten Beobachtungen den Schluss ziehen darf, dass die Harnsäureausscheidung ziemlich ebenso regelmässig geschieht, wie die anderer Harnbestandtheile.

Der Einfluss verschiedener physiologischer Lebensbedingungen auf das Maass der Harnsäureausscheidung ist aber viel geringer, wie bezüglich des Harnstoffs und anderer Harnbestandtheile.

Momente, von welchen ihre Ausscheidungsgrösse abhängig ist.

Nach den Beobachtungen von Lecanu und Ranke ist dieselbe namentlich unabhängig von Alter, Geschlecht, Körpergewicht und Körperlänge, sowie von der Jahreszeit.

Dagegen machen die Tageszeiten insofern einen Unterschied, als sie mit der Nahrungsaufnahme im Zusammenhange stehen.

Eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung giebt sich nach Nahrungsaufnahme zu erkennen, und zwar findet ein bestimmter Rhythmus innerhalb der verschiedenen Tageszeiten in der Weise statt, dass die geringste stündliche Harnsäuremenge in den Vormittagsstunden ausgeschieden wird; nach der Mahlzeit steigt dieselbe und fällt wieder während der Nacht, ohne jedoch das Minimum der Vormittagsstunden zu erreichen.

Der Einfluss der Nahrungsaufnahme giebt sich auch dadurch zu erkennen, dass sich beim Hungern eine Verminderung der Harnsäureausscheidung einstellt, die der Dauer des Hungerns proportional geht.

Die Art der Nahrung ist zwar bezüglich der Harnsäureausscheidung ebenfalls von Einfluss, jedoch nur von sehr untergeordnetem. In den Versuchen von Ranke wurden bei reiner Fleischnahrung täglich im Mittel 0,88 Grm., bei rein vegetabilischer 0,65 Grm. ausgeschieden.

Andere Angaben über das Maass der Harnsäureausscheidung, wie: Verminderung derselben bei geringer, Vermehrung bei anstrengender Körperbewegung (Ranke), bei gehinderter Hautsecretion (Marcet), nach dem Genuss alkoholischer Getränke — ruhen auf zu schwankender unsicherer Grundlage; dasselbe gilt von dem angeblich vollkommenen Verschwinden der Harnsäure nach reichlichem Wassergenuss (Genth), welches wohl nur auf Beobachtungsfehlern beruht.

Einfluss grosser Dosen schwefelsauren Chinins bei Gesunden.

Besondere Beachtung verdient aber, dass Ranke bei zahlreichen Versuchen eine constante Verminderung der Harnsäure nach reichlichen Dosen von schwefelsaurem Chinin beobachtet hat, während dieses Arzneimittel auf die übrigen Harnbestandtheile keinen wesentlichen Einfluss äussert. Die Harnsäureverminderung währt ungefähr 48 Stunden lang, und ist gewöhnlich am zweiten Tage nach der Chinindose am bedeutendsten.

Den theoretischen Voraussetzungen zufolge sollte man ein umgekehrtes Verhältniss der Harnstoff- und Harnsäureausscheidung erwarten, ein solches konnte aber Ranke bei seinen Versuchen nicht wahrnehmen. Meist fand er zur selben Zeit Harnsäure und Harnstoff vermehrt oder vermindert. Doch hebt er selbst mit Recht hervor, dass der Beweis einer Vermehrung des Harnstoffs auf Kosten der Harnsäure beim Menschen auch unter den günstigsten Verhältnissen kaum möglich sei, da die täglichen Schwankungen in der Harnstoffausscheidung viel zu bedeutend sind, um eine so geringe Zunahme, wie sie aus der Oxydation von $^1/_2$ Grm. Harnsäure hervorgehen würde, erkennen zu lassen. Verhältniss der Harnstoff- und Harnsäureausscheidung.

3. Ausscheidung der Hippursäure.

Die Ausscheidungsgrösse der Hippursäure im menschlichen Harn ist zunächst von den Verhältnissen der Nahrung abhängig. Hippursäure.

Eine Vermehrung ihrer Ausscheidungsgrösse findet statt nach dem Genusse von Benzoësäure, Bittermandelöl, Benzoëäther, Zimmtsäure, nach dem Genuss von Vegetabilien, von Früchten, auch solchen, die nur sehr wenig oder auch gar keine Benzoësäure enthalten; eine Verminderung bis zum vollständigen Verschwinden (Ranke, Duchek) bei Fleischnahrung.

4. Ausscheidung des Kreatins und Kreatinins.

Ueber die Ausscheidungsgrössen dieser beiden Harnbestandtheile unter normalen Verhältnissen fehlt es an genaueren Beobachtungen, und es ist überhaupt wegen der ausserordentlich geringen Menge, in welcher sie im Harn vorkommen, die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedene mittlere Gewichtsmenge nicht einmal annähernd bestimmt. Doch verdient die Beobachtung Schottin's Erwähnung, der bei gemischter Kost innerhalb 30 Stunden aus dem Harn nur mikroskopische Mengen erhielt, bei vegetabilischer aber nicht einmal Spuren, während er bei reiner Fleischnahrung aus dem innerhalb 30 Stunden gelassenen Harn 0,086 Grm. darstellte. Kreatin und Kreatinin.

Bei Hunden ist vorzugsweise reich an Kreatin der Harn, welcher nach ein- bis mehrstündiger Unterbindung eines Ureters aus der bis dahin ruhenden Niere ausgeschieden wird (Hermann).

5. Ausscheidung des Chlornatriums.

Die Ausscheidung des Chlornatriums durch den Harn innerhalb gewisser Zeiträume ist im Ganzen proportional der Zufuhr, jedoch bleibt bei reichlicher Zufuhr im Körper mehr Kochsalz zurück, als bei geringer. Bei Steigerung der Zufuhr wird im Anfang weniger entleert, als die Zufuhr, und bei geringerer Zufuhr in der ersten Zeit mehr, so lange, bis sich der Körper mit der eingeführten Menge Kochsalz ins Gleichgewicht gesetzt hat. Chlornatrium. Verhältniss der Ausscheidung zur Zufuhr.

Dieses von Voit bei Versuchen an Hunden nachgewiesene Gesetz stimmt mit den genauen von Kaupp am Menschen angestellten Beobach-

tungen überein, und erklärt auch hier den scheinbaren Verlust, welchen man in der durch den Harn ausgeschiedenen Menge gegenüber der in der Nahrung zugeführten constant beobachtete, so wie die noch paradoxere Erfahrung, dass, je geringer die Kochsalzzufuhr ist, desto relativ grösser die Ausfuhr, so dass sogar letztere die erstere übertreffen kann. Der Grund des Ausfalles, insofern derselbe nicht durch den Koth und durch die Haut gedeckt wird, liegt darin, dass der Körper allmählich Kochsalz aufspeichert, und erst allmählich wieder ausscheidet. Beachtet man diess, so findet man sämmtliches Kochsalz der Nahrung im Harn und Koth wieder auf. Wird nämlich Kochsalz ins Blut aufgenommen, und braucht der Körper keines davon, oder ist das Blut damit bereits gesättigt, so wird alles wieder ausgeschieden. Ist aber dieser Sättigungspunkt unter gegebenen Verhältnissen noch nicht eingetreten, so wird Salz im Körper zurückbehalten, dasselbe geschieht, wenn vorher weniger Salz als nöthig eingeführt war, wodurch dann bei genügender Zufuhr in der ersten Zeit für den darbenden Körper in Beschlag genommen wird. Hat sich der Organismus nach reichlichem Salzgenuss damit beladen, so tritt nachher bei minder reichlichem das Umgekehrte ein, der Harn enthält ein Plus von Kochsalz; wird keine oder salzarme Nahrung gereicht, so zeigt sich das Gleiche, da im Körper durch die Organzersetzung mehr Kochsalz überflüssig wird, als die geringe Zufuhr beträgt. Diese Verhältnisse werden durch nachstehende den Versuchen von Kaupp entlehnte Zahlen erläutert.

Kaupp fand:

Kochsalzzusatz zur Nahrung in Grm.	Im Ganzen täglich aufgenommenes Kochsalz in Grm.	Im Harn täglich entleertes Kochsalz in Grm.	Differenz in Grm.	Abfuhr durch den Harn die Zufuhr = 100 gesetzt.
30	33,6	27,302	+ 6,30	76
25	28,7	24,059	+ 6,64	79
20	23,9	17,633	+ 6,27	72
15	19,0	17,045	+ 1,95	89
10	14,2	13,573	+ 0,63	96
5	9,3	10,083	— 0,78	106
0	1,5	3,773	— 2,27	246

Als + Differenzen sind diejenigen, wo die Einfuhr, als — aber die, wo die Ausfuhr überwog, bezeichnet.

Beim Hungern.

Beim Hungern nimmt die Kochsalzausscheidung allmählich ab; da aber immer noch Fleisch zersetzt wird, so wird auch immer noch Kochsalz ausgeschieden.

In von Wundt am Menschen angestellten Versuchen wurde bei einer genügenden, aber vollkommen kochsalzfreien Nahrung (?) bis zum fünften Tage immer Chlornatrium ausgeschieden, seine tägliche Menge nahm aber fortwährend ab, erst rasch, dann langsamer. Vom Abend des dritten Tages an wurde der Harn eiweisshaltig.

Bei gleichbleibenden Verhältnissen der Zufuhr gelten für die Kochsalzausscheidung dieselben Regeln, wie für die Harnstoffausscheidung.

Sonstige die Ausscheidung beeinflussende Momente.

Es tritt demnach eine Vermehrung der Kochsalzausscheidung ein mit der Harnmenge, mit der Abnahme der Temperatur der Atmosphäre, mit der Häufigkeit der Harnentleerungen. Der Einfluss der Bewegung ist, wie das ohne Weiteres erklärlich ist, verschieden, je nachdem dadurch Schweiss hervorgerufen wird oder nicht.

Harnmenge, Temperatur, Häufigkeit der Harnentleerungen, Bewegung.

Tageszeiten.

Der Einfluss der Tageszeiten macht sich in der Weise geltend, dass die Kochsalzausscheidung nach der Mahlzeit während 7 Stunden wächst, dann bis Morgens 7 Uhr stetig sinkt, von wo ab sie sich wieder zur mittleren Höhe hebt. Construirt man aus einer Zahl die Curve der Kochsalzschwankung, so sieht man sie ungefähr der des Harnvolumens gleich laufen (Hegar, Voit).

6. Ausscheidung der Schwefelsäure.

Schwefelsaure Alkalien.

Die im Harn an Alkalien gebundene Schwefelsäure stammt zum Theil von den schwefelsauren Alkalien der Nahrung, zum anderen und grösseren Theil aber von der Oxydation der schwefelhaltigen Körperbestandtheile: Albuminate, Albuminoide, Gallenstoffe. Es wird jedoch nicht aller Schwefel dieser Bestandtheile durch den thierischen Oxydationsprocess in Schwefelsäure umgesetzt, ein Theil desselben fällt mit den Haaren und Hautschuppen ab, und ein anderer wird in der Gestalt von Taurin durch den Darm ausgeschieden. Die endosmotischen Verhältnisse der Darmwände bedingen es, dass ein grosser Theil der in der Nahrung genossenen schwefelsauren Salze die Darmwand nicht zu durchdringen vermag, und daher gar nicht ins Blut übertritt, und so haben wir die aus dem Blute durch die Nieren ausgeschiedene Schwefelsäure hauptsächlich als durch Gewebsumsatz entstanden zu betrachten.

Ist dem wirklich so, so muss die Ausscheidung der Schwefelsäure der des Harnstoffs parallel gehen, denn beide haben dann eine und dieselbe Quelle: den Umsatz stickstoffhaltiger Körperbestandtheile.

Die Ausscheidung der schwefelsauren Salze durch den Harn geht der Harnstoffausscheidung parallel.

Diess ist nun nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Bence Jones, Gruner, Lecanu, Genth, Mosler, Clare und Anderen wirklich der Fall. Die Uebereinstimmung ist um so grösser, je mehr sich die Beobachtungszahlen den wahren Mitteln nähern, und wenn man letztere aus dem Harn von mehreren Tagen entwickelt. Einzelne Abweichungen von dem Gesetze sind darin begründet, dass die Endumsetzungen der schwefel- und stickstoffhaltigen Atomgruppen zu Schwefel-

säure und Harnstoff nicht immer gleichzeitig erfolgen müssen, da sie mannigfache Zwischenphasen durchlaufen. Es kann aber trotz gleichen Ausgangspunktes bald die Schwefelsäure und bald der Harnstoff den Vorsprung im Laufe zu den Nieren haben.

Im Allgemeinen tritt aber eine Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung unter allen jenen Bedingungen ein, die eine Harnstoffvermehrung bewirken, auf welche demnach einfach verwiesen werden kann.

Bezüglich der Tageszeiten ist die Ausscheidung einige Stunden nach der Hauptmahlzeit (dieselbe um 1 bis 2 Uhr erfolgend) am stärksten, sinkt in der Nacht, und erreicht Vormittags ihr Minimum. Reichliches Wassertrinken wirkt nach Gruner in der Weise, dass in den ersten Stunden darnach die Ausscheidung steigt, dann aber fällt, so dass die stündliche Ausscheidung sogar unter das Minimum der betreffenden Tageszeit sinken kann. Hungern soll in den ersten 24 Stunden die Ausscheidung der Schwefelsäure nicht vermindern.

Einfluss des Genusses schwefelsaurer Salze und anderer Schwefelverbindungen.

Eine Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung erfolgt ferner nach dem Genusse von löslichen schwefelsauren Salzen, freier Schwefelsäure, Schwefelkalium, Schwefelantimon, Schwefel; bei dem Genusse von löslichen schwefelsauren Salzen ist die Vermehrung der Ausscheidung bedeutender, wie bei dem Gebrauche anderer schwefelhaltiger Präparate, und auch im ersten Falle dann stärker, wenn die Aufenthaltsdauer der Salze im Darmcanal durch willkürliches Anhalten des Stuhles, oder durch die laxirende Wirkung aufhebende Arzneien (Opium u. s. w.) verlängert wird. Grössere (1 bis 2 Drachmen) Dosen von 6,7 procentiger Aetzkalilösung sollen nach Parkes ebenfalls Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung zur Folge haben, was Clare aber in Abrede stellt.

7. Ausscheidung der an Alkalien gebundenen Phosphorsäure.

Phosphorsaure Alkalien;

Die Ausscheidungsgrösse der phosphorsauren Alkalien ist im Allgemeinen von denselben Momenten abhängig, wie die Ausscheidung des Kochsalzes; sie ist demnach vor Allem proportional der Zufuhr, allein nur bis zu einem gewissen Grade deshalb, weil die Steigerung, welche die phosphorsauren Alkalien des Harns durch vermehrte Zufuhr erfahren können, darin bald eine Grenze findet, dass die phosphorsauren Alkalien stärker abführend wirken.

ihre Ausscheidung geht annähernd parallel der des Harnstoffs.

Die über die Ausscheidung der phosphorsauren Alkalien durch den Harn angestellten Beobachtungen (C. Schmidt, Genth, Mosler, Winter, Kaupp, Sick und Andere) führen zu dem Resultate, dass dieselbe der des Harnstoffs parallel geht; diese Regel findet jedoch nur dann ihre Bestätigung, wenn man die Mittelzahlen aus verschiedenen Beobachtungsreihen, von denen jede mehrere Tage umfasst, mit einander vergleichen kann.

Im Bezug auf die Ausscheidungsgrösse zu den verschiedenen Ta-

geszeiten lauten die Angaben widersprechend. Die Ausscheidung soll Tag und Nacht gleichmässig vor sich gehen (Kaupp, Sick), sie soll nach der Hauptmahlzeit steigen, wenige Stunden nach derselben ihr Maximum erreichen, und dann durch Nacht und Morgen bis gegen Mittag sinken (Mosler, Vogel), sie soll endlich des Nachts bedeutender sein wie des Morgens. Körperliche und geistige Anstrengung soll Vermehrung der Phosphorsäureausscheidung zur Folge haben, ebenso Genuss von freier Phosphorsäure (Boecker). Eine Verminderung der Ausscheidung der Phosphorsäure bei Schwangeren in den letzten Schwangerschaftsmonaten glaubt Mosler aus seinen Beobachtungen erschliessen zu dürfen.

8. Ausscheidung der phosphorsauren Erden.

Phosphorsaure Erden; ihre Ausscheidung ist im Allgemeinen der Energie des Stickstoffkreislaufes proportional.

Die Menge der mit dem Harn ausgeschiedenen phosphorsauren Erden, im Allgemeinen gering, wächst nach den vorhandenen Beobachtungen mit der Energie des Stoffwechsels und insbesondere des Stickstoffkreislaufs, verhält sich demnach ähnlich der Schwefelsäureausscheidung. Dieses Resultat entspricht den theoretischen Voraussetzungen, denen zufolge wohl nur jener Antheil der phosphorsauren Erden mit dem Harn ausgeschieden wird, der an stickstoffhaltige Atomcomplexe, sei es der Nahrung, sei es der Gewebe, gebunden war, und nach ihrer Oxydation in Freiheit gesetzt wurde. Nach den Erfahrungen von Sick nehmen, alles Uebrige gleichgesetzt, die phosphorsauren Erden im Harn um ein Geringes ab, wenn die phosphorsauren Alkalien zunehmen.

Eine Verminderung der Ausscheidung der Erdphosphate wurde in den letzten Monaten der Schwangerschaft mehrfach beobachtet (Lehmann, Donné, Mosler). Auch der Harn kleiner Kinder enthält nach Lehmann's Beobachtungen sehr wenig phosphorsaure Erden.

9. Ausscheidung des Wassers.

Wasser.

Die Ausscheidung des Wassers durch die Nieren wird im Allgemeinen bestimmt durch den Flüssigkeitsrest, wenn man von dem Wasser der Getränke und Speisen dasjenige abzieht, welches durch Haut, Lunge und Darm abgeht, wobei angenommen wird, dass Haut, Lunge und Niere zwar gleichzeitig thätig sein können, sich aber in der Ausgabe des gleichen Quellen entnommenen Wassers gegenseitig beschränken; sie ist ferner abhängig von in der Niere selbst liegenden Bedingungen, wahrscheinlich von dem durch die Nerven influirten Zustand der Gefässmuskeln der Niere, und von dem Widerstande, den der in die Harncanälchen ergossene Harn beim Abfliessen findet (C. Ludwig). Im Besonderen scheinen für die Wasserausscheidung dieselben Gesetze zu gelten, die die Kochsalzausscheidung regeln, doch ist wenig Genaues darüber festgestellt.

Tabellarische Zusammenstellung der Verhältnisse der Ausscheidungsgrösse des Harnstoffs

Da die Ausscheidungsverhältnisse des Harnstoffs in physiologischer und ärztlicher Beziehung das hervorragendste Interesse beanspruchen, stellen wir dieselben der leichteren Uebersicht halber in Nachstehendem tabellarisch zusammen.

Die tägliche Harnstoffausscheidung ist grösser	kleiner
bei Männern als	bei Weibern.
„ Erwachsenen „	„ Kindern.
„ Kindern „	„ Greisen.
„ bedeutender Harnmenge	„ unbedeutender Harnmenge.
„ häufiger Harnentleerung	„ seltener Harnentleerung.
nach der Mahlzeit	vor der Mahlzeit.
bei niederer Lufttemperatur	bei höherer Lufttemperatur.
nach Nahrungsaufnahme	beim Hungern.
bei stickstoffreicher Nahrung	bei stickstofffreier oder stickstoffarmer Nahrung.
„ reichlichem Wassergenuss	spärlichem Wassergenuss.
„ Kochsalzzusatz zur Nahrung . . .	kochsalzfreier Nahrung.
„ Genuss von Harnstoff, Harnsäure, Glycin, Guanin, Theïn, Theobromin, Cubeben und Canthariden . .	Genuss von kleinen Dosen Arsenik, von Terpentinöl, und Digitalis?
beim Hungern	ausschliesslicher Nahrung aus Fett und Amylum.

Zusammensetzungsänderungen des menschlichen Harns unter abnormen und pathologischen Verhältnissen.

a) Qualitative Veränderungen.

Uebergang heterogener Stoffe in den Harn.

Uebergang von aussen dem Organismus zugeführter heterogener Stoffe in den Harn. Von aussen dem Organismus, sei es auf gewöhnlichem Wege oder sei es durch Injection ins Blut, zugeführte heterogene Stoffe gehen entweder unverändert als solche in den Harn über, oder erleiden Umwandlungen, in Folge deren ihre dadurch entstandenen Umsetzungsproducte im Harn erscheinen, oder werden endlich weder verändert noch unverändert im Harn wiedergefunden, indem sie entweder mit Körperbestandtheilen unlösliche Verbindungen eingehen, und in den Organen zurückgehalten oder durch den Darm ausgeschieden werden, oder indem ihre Oxydation bis zu den Endproducten

fortschreitet, und diese durch Haut und Lunge austreten. Viele Stoffe endlich treten nur dann in den Harn über, wenn sie dem Organismus in so grossen Quantitäten dargeboten werden, dass ein Theil derselben keinen zu seiner Oxydation verfügbaren Sauerstoff im Organismus mehr vorfindet, oder wenn sie durch lange andauernde Einwirkung, wenn auch in sehr kleiner Dosis, den Organismus allmählich so sättigen, dass derselbe sich ihrer oft stossweise zu entledigen anfängt (gewisse Metallsalze, Arsenik, Antimon u. a. m.).

Die umfassendsten Untersuchungen über den Uebergang fremder Stoffe in den Harn, und zugleich die ersten wurden von Wöhler angestellt, seither aber wurde dieser Weg auch von anderen Chemikern und Physiologen betreten. Diese Untersuchungen haben, vom ganz allgemeinen Standpunkte aus betrachtet, zu sehr wichtigen Ergebnissen geführt, indem sie den im Thierkörper sich geltend machenden Chemismus vielfach beleuchteten, und namentlich für die energisch oxydirende Thätigkeit des Blutes die unzweideutigsten Belege lieferten, Belege, die noch an Bedeutung gewonnen haben, seit neuere über die Einwirkung des Ozons auf organische Verbindungen angestellte Untersuchungen eine merkwürdige Uebereinstimmung in dem Verhalten des Ozons und des Organismus als oxydirender Factor aufgefasst, ergeben haben, eine Uebereinstimmung, auf die wir in den einzelnen Fällen, wo sie gegeben ist, besonders verweisen werden, da diese von mir angestellten Versuche bisher noch nicht veröffentlicht sind.

Unverändert wurden bisher im Harn wiedergefunden.

Stoffe, welche unverändert in den Harn wenigstens theilweise übergehen.

Anorganische Stoffe: Kohlensäure, kohlensaure Alkalien, salpetersaure, chlorsaure, borsaure und kieselsaure Alkalien, Chlorkalium und Chlornatrium, Jodkalium und Jodnatrium, Bromkalium und Bromnatrium, Arsenik, Antimon, Gold, Zinn, Wismuth, Blei, Kupfer- und Quecksilbersalze, Zink, Chrom. Mit Bezug auf die letztgenannten Stoffe: die Metallsalze, ist aber erläuternd zu bemerken, dass sich nur sehr geringe Mengen davon im Harn wiederfinden, und zwar nur dann, wenn die betreffenden Metalle dem Organismus entweder in sehr grossen Dosen einverleibt wurden, oder wenn der Organismus durch lange Zeit wenn auch kleine Mengen derselben aufnahm; ferner ist über die Verbindungsverhältnisse, in welchen diese Stoffe im Harn erscheinen, wenig festgestellt, und daher der unveränderte Uebergang derselben mehr eine Voraussetzung wie eine bewiesene Thatsache. Ammoniaksalze sollen nach Einigen zum Theil in salpetersaure Salze verwandelt in den Harn übergehen (Bence Jones), während Andere ihren unveränderten Uebergang behaupten (Lehmann). Eine theilweise Verwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure ist an und für sich nicht unwahrscheinlich, seitdem man weiss, dass Ammoniak durch activen Sauerstoff mit Leichtigkeit in salpetersaures Ammoniak verwandelt wird; doch scheinen weitere Untersuchungen nöthig, um diese Streitfrage zu erledigen. Dass

der grösste Theil der eingeführten Ammoniaksalze im Harn unverändert wieder erscheint, ist als ausgemacht zu betrachten.

Organische Stoffe. Freie organische Säuren: Oxalsäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, Gallussäure, Camphorsäure, Anisylsäure, Anisaminsäure, Sebacylsäure, Cumarsäure, Pyrogallussäure (? Bernard), Pikrinsäure, Hippursäure, Rhodankalium, Kaliumeisencyanür, Chinin, Morphin, Strychnin, Leucin, Harnstoff; die meisten Farb- und Riechstoffe: die Pigmente von Krapp, Gummigutt, Rheum, Campechenholz, Rüben und Heidelbeeren, die Riechstoffe von Valeriana, Knoblauch, Asa foetida, Castoreum, Safran und Terpentin, — Pancreatin (Cl. Bernard); ferner Traubenzucker, Rohrzucker, Mannit, letztere Stoffe nur dann, wenn sie in sehr grossen Mengen dem Organismus auf gewöhnlichem Wege oder durch Injection ins Blut einverleibt wurden. Ihr Uebergang in den Harn setzt eine bedeutende Anhäufung im Blute voraus (Lehmann).

Von den genannten unverändert in den Harn übergehenden Stoffen werden durch activen Sauerstoff ohne gleichzeitige Gegenwart von freiem Alkali nicht angegriffen: Aepfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, Oxalsäure, Hippursäure, Leucin, Harnstoff, Traubenzucker, Rohrzucker und Mannit, während alle diese Stoffe bei Gegenwart von Alkali mehr oder minder rasch, am schwierigsten Rohrzucker, oxydirt werden.

Chemisch metamorphosirt erscheinen im Harn wieder:

Chemisch metamorphosirt erscheinen im Harn wieder.

Stoffe	Umwandlungsproducte im Harn
Freies Jod	Jodkalinm und Jodnatrium
Schwefelkalium	Schwefelsaures Kali
Kaliumeisencyanid	Kaliumeisencyanür
Gerbsäure	Gallussäure
Benzoësäure, Bittermandelöl, Zimmtsäure, Benzoëäther	Hippursäure
Nitrobenzoësäure	Nitrohippursäure
Salicin	Salicylwasserstoff, Salicylsäure, Saligenin
Salicylsäure	Salicylursäure
Toluylsäure	Tolursäure
Harnsäure	Kohlensäure, Oxalsäure, Harnstoff
Glycin	Harnstoff und Harnsäure?
Theïn und Theobromin	Harnstoff?
Alloxantin, Allantoin, Leucin	Harnstoff?
Allylsulfocarbamid (Thiosinnamin)	Rhodanammonium
Amygdalin	Ameisensäure
Indigblau	Indigweiss
Santonin	Rothgelbes Pigment (Chrysophansäure?)
Neutrale pflanzensaure Alkalien	Kohlensaure Alkalien.

Um Missverständnissen zuvorzukommen, sei hier bemerkt, dass diese Angaben keineswegs so zu verstehen sind, als ob die ganze Masse der eingeführten Stoffe in der Form der Umwandlungsproducte im Harn wieder erschiene; diess ist keineswegs der Fall, und ebenso wenig darf man diese Umwandlungsproducte als die einzigen dabei entsehenden betrachten. Die Sache liegt vielmehr einfach so, dass nach dem Genusse obiger Stoffe nebenstehende Verbindungen im Harn aufgefunden werden, was keineswegs ausschliesst, dass ein Theil derselben unverändert in den Harn übergeht, oder dass nur der geringste Theil derselben in der Form der erwähnten Umwandlungsproducte im Harn wieder erscheint, das Uebrige aber andere Umsetzungen erleidet und auf anderen Wegen ausgeschieden wird. Die beiden Ausnahmsfälle, wo die im Organismus stattfindende Metamorphose sich als kein Oxydations- und kein analytischer Process, sondern als Reduction gestaltet: die Umwandlung des Kaliumferrocyanids in Cyanür und des Indigblaues in Indigweiss sind als solche, nämlich als Ausnahmen, aufzufassen, und theoretisch vorläufig noch nicht völlig aufgehellt, auch ist die Reduction des Indigos, obgleich in einzelnen Fällen constatirt, keine constante Erscheinung.

Analogie der chemischen Thätigkeit des Organismus und des activen Sauerstoffs.

Eine Analogie in der chemischen Thätigkeit des Organismus und jener des activen Sauerstoffs spricht sich darin aus, dass Pflanzensäuren bei Gegenwart von überschüssigem Alkali ebenso wie im Blute auch ausserhalb des Organismus durch Ozon in kohlensaure Salze verwandelt werden, und dass auch die Harnsäure, welche als freie Harnsäure mit Ozon behandelt Allantoin, Kohlensäure und Harnstoff liefert, bei Gegenwart von Alkali dieselben Producte liefert wie bei ihrer Zersetzung im Organismus, nämlich Kohlensäure, Oxalsäure und Harnstoff, aber *kein* Allontoin.

Weder unverändert noch in der Gestalt charakteristischer Umwandlungsproducte wurden im Harn nachstehende Verbindungen bisher wiedergefunden:

Stoffe, welche im Harn nicht wieder erscheinen.

Campher, Harze, Bernsteinsäure, Gallensäuren, Anilin, Asparagin, Phloridzin, Moschus, Alkohol, Aether, Coccusroth, Lackmus, Chlorophyll und Alkannafarbstoff.

Bei *Thieren* hat man nach Injection gereinigter farbloser Galle ins Blut im Harn Gallenfarbstoff wiedergefunden (*Frerichs* u. *Städeler*, *Kühne*).

Die Schnelligkeit, mit welcher die verschiedenen Stoffe in den Harn übergehen, ist sehr verschieden; gewisse Salze, wie z. B. Jodkalium, lassen sich schon wenige Minuten nach ihrer Einführung im Harn nachweisen. Im Allgemeinen erfolgt der Uebergang um so rascher, je löslicher und indifferenter die Verbindung ist.

Pathologische Harnbestandtheile.

Unter pathologischen Verhältnissen im Harn auftretende Stoffe. In gewissen Gesundheitsstörungen treten im Harn Bestandtheile auf, welche dem normalen gänzlich fehlen; diese Stoffe sind ent-

weder solche, welche in Folge geänderter Transsudationsverhältnisse durch die Nieren austreten, aber im Blute immer enthalten sind, — oder solche, die aus der Gewebsmetamorphose hervorgegangen und in den Geweben selbst gebildet, unter normalen Bedingungen im Blute selbst schon weiter umgesetzt, unter abnormen Verhältnissen aber das Blut unzersetzt durchlaufend durch die Nieren ausgeschieden werden.

Diese Stoffe sind nachstehende:

Albumin.

Albumin. Die Bedingungen, unter welchen Albumin im Harn auftritt, sind viel zahlreicher als man früher dachte, wo man aus dem Auftreten des Albumins gewisse Krankheitsformen diagnosticiren zu können glaubte. Allgemein ausgedrückt ist das Auftreten von Albumin bedingt durch Zusammensetzungsänderungen des Blutes, durch Kreislaufstörungen und durch Veränderung der Nieren. Constant erscheint es im Harn bei Morbus Brighti, sehr häufig aber auch bei anderen Nierenaffectionen, bei grosser Wässerigkeit des Blutes, daher bei Hydropsien, nach wiederholten Aderlässen, in vielen Fiebern, remittirenden ebensowohl als intermittirenden, auch exanthematischen (Masern, Scharlach, Blattern), bei Krankheiten des Respirations- und Circulationsapparates (Pneumonie, Lungenemphysem, Tuberculose, Herz-, seltener Leberkrankheiten), bei Lähmungszuständen des Rückenmarks, nach Unterdrückung der Milchsecretion, nach dem Gebrauch von starkwirkenden Diureticis, nach Excessen im Essen, nach leidenschaftlichen Gemüthsaufregungen, ferner nach Einathmen von Arsenwasserstoffgas (J. Vogel). Bei Thieren hat man Albuminurie hervorgerufen: durch Injection von grossen Mengen Wasser, von Hühnereiweisslösungen, von Gallensäuren ins Blut, durch mehrtägiges Ausschliessen des Kochsalzes aus der Nahrung (Wundt), durch Unterbindung der Vena cava oder renalis, durch Verletzung des vierten Hirnventrikels etwas über der Stelle der sogonannten piqûre (Cl. Bernard).

Nachweis im Harn.

Nachweis. Der Nachweis des Albumins im Harn ist ohne Schwierigkeit. Man erhitzt eine Probe Harn in einer Probirröhre zum Kochen; bleibt die Flüssigkeit klar, und man hatte die Vorsicht nicht ausser Acht gelassen, neutral oder alkalisch reagirenden Harn vorher mit Essigsäure schwach anzusäuern, so ist kein Albumin zugegen; entsteht aber Trübung oder Niederschlag, der sich in ein paar Tropfen Salzsäure nicht löst, und bringt in einer anderen Probe Zusatz von ein paar Tropfen Salpetersäure ebenfalls Trübung oder Niederschlag hervor, so ist Albumin zugegen. Ueber weitere Cautelen vergleiche man die Anleitungen zur zoochemischen Analyse.

Quantitative Bestimmung.

Quantitative Bestimmung. Dieselbe geschieht entweder durch Coagulation und Wägung in ganz ähnlicher Weise, wie bei der Bestimmung des Albumins des Blutserums (siehe S. 309), oder mittelst des Polarisationsapparates, indem man den klaren Harn in einer Röhre in den Ventzke'-Soleil'schen Apparat einschaltet und die Ablenkung des polarisirten Lichtstrahles bestimmt.

Traubenzucker.

Traubenzucker. Obgleich in neuester Zeit der Versuch gemacht wurde, den Nachweis dafür zu führen, dass Zucker ein Normalbestandtheil des Harns sei, so ist doch gegen die Stichhaltigkeit der dafür vor

gebrachten Gründe namentlich vom chemischen Standpunkte aus so viel einzuwenden, und in der That auch experimentell so viel eingewendet worden, dass ihnen unbedingte Geltung nicht eingeräumt werden kann. Selbst dann aber, wenn die aus einigen Versuchen gezogenen Schlüsse genügend begründet wären, was sie nicht sind, würde es sich höchstens um Spuren handeln und selbst diese kommen nach den neuesten über diese Frage von Iwanoff angestellten Untersuchungen im Harne Gesunder keineswegs constant vor. Eine andere Frage ist die, ob nicht unter gewissen Verhältnissen im Harne gesunder Individuen Zucker auftreten könne; diese Frage muss nach den Versuchen von Iwanoff bejaht werden, obgleich mehrfache einschlägige Beobachtungen mit scheinbar positivem Resultat (Alvaro Beynoso, Brücke) als widerlegt zu betrachten sind. Als constanter Bestandtheil des Harns tritt der Traubenzucker überhaupt nur bei einer einzigen eigenthümlichen Krankheit auf, der Harnruhr, Diabetes mellitus; in dieser Krankheit werden in oft enormen Mengen Harn (bis zu 50 Pfund täglich) grosse Quantitäten Traubenzucker entleert (ich habe einen Fall beobachtet, wo innerhalb 12 Stunden 120 Grm. = 4 Unzen Harnzucker ausgeschieden wurden). Bei anderen Krankheiten ist Zucker im Harn eine seltene und nicht constante Erscheinung, so ist bei Gicht, „Dyspepsie", bei Unterleibsleiden und Hypochondrie, bei Säugenden nach Unterdrückung der Milchsecretion, im Reconvalescenzstadium der Cholera, bei Morbus Brighti Zucker im Harn gefunden worden, wobei jedoch hervorzuheben ist, dass die betreffenden Versuche keineswegs alle mit gleicher Umsicht angestellt und daher auch nicht von gleicher Beweiskraft sind.

Diabetischer Harn.

Der Harn bei Diabetes ist gewöhnlich sehr blass, oft von ins Grünliche ziehender Färbung und von sehr hohem specifischen Gewichte, 1,030 bis 1,052, und eigenthümlichem Geruch. Er reagirt frisch gelassen selten stark sauer, öfter neutral oder schwach alkalisch, wird aber bald durch Gährung stark sauer, wobei sich Milchsäure, Essigsäure und geringe Mengen anderer flüchtiger Fettsäuren bilden.

Zuckerharnen kann bei Thieren künstlich hervorgerufen werden durch die Piqûre, einen Stich in die Mittellinie der Medulla oblongata (Cl. Bernard und viele Andere), durch Durchschneidung des Nervus splanchnicus in der Unterleibshöhle, durch Vergiftung mit Curare, wenn das Leben dabei durch künstliche Respiration erhalten wird (Cl. Bernard), durch Einspritzung von Aether und verdünntem Ammoniak in die Pfortader (Harley), durch Injection von bedeutenden Mengen Traubenzucker ins Blut; es geht aber erst dann der Zucker in den Harn über, wenn er sich im Blute bis zu 0,4 und 0,5 Proc. angehäuft hat (Lehmann). Es sind im Uebrigen die physiologischen Bedingungen des Uebertritts des Zuckers in die Nieren ebenso wenig definitiv festgestellt, wie jene seiner Bildung im Organismus, vergl. S. 209.

Nachweis des Zuckers im Harn.

Nachweis des Zuckers im Harn. Die Erkennung des Zuckers im Harn bietet für den einigermassen Geübten keineswegs solche Schwierigkeit dar, als es die vielfachen Discussionen über diesen Gegenstand erwarten liessen. Es giebt allerdings

Fälle, wo es zweifelhaft bleiben kann, ob Spuren von Zucker vorhanden sind, allein welche Reaction giebt es selbst von den empfindlichsten der anorganischen Analyse, die nicht an einer Gränze anlangt, wo sie nur zweifelhafte „Spuren" anzeigt. Wo es aber nicht solche Spuren von Zucker sind, um die es sich handelt, sondern wägbare Quantitäten, da ist der Nachweis des Zuckers leichter und sicherer, wie der mancher anderer Körper. Die empfehlenswerthesten Methoden der Erkennung des Zuckers im Harn sind nachstehende:

Trommer's Probe.

1) Trommer'sche Probe. Man versetzt eine Probe Harn (ist er albuminhaltig, so muss dieses vorher vollständig entfernt sein) mit einigen Tropfen Kali- oder Natronlauge, erwärmt gelinde (um etwa vorhandenes Ammoniak zu entfernen), filtrirt, wenn ein bedeutender Niederschlag von phosphorsauren Erden entsteht, und setzt nun vorsichtig so lange von einer verdünnten Kupfervitriollösung hinzu, als sich der gebildete Niederschlag beim Umschütteln löst, und erwärmt hierauf gelinde. Bei Gegenwart von Zucker zeigen sich alsbald gelbe streifige Ausscheidungen in der Flüssigkeit, die mehr und mehr zunehmen, bis die ganze Flüssigkeit diese Farbe annimmt, und sich in der Ruhe ein gelber oder rother Niederschlag von Kupferoxydulhydrat oder Kupferoxydul abscheidet. Erhitzen bis zum Kochen ist zu vermeiden.

Moore's Probe.

2) Moore's Probe. Man versetzt eine Probe Harn mit Kalilauge im Ueberschuss, und kocht einige Zeit; bei Gegenwart von Zucker färbt sich die Flüssigkeit nach und nach braunroth, und concentrirte Salpetersäure entwickelt darauf den Geruch des Caramels.

Böttger's Probe.

3) Böttger's Probe. Man fügt zu dem in einer Proberöhre befindlichen Harn etwas (etwa eine Messerspitze voll) basisch salpetersaures Wismuthoxyd, hierauf eine Lösung von kohlensaurem Natron, und erhitzt zum Kochen; bei Gegenwart von Zucker wird das Wismuthsalz durch Reduction schwarz oder grau.

Gährungsprobe.

4) Man unterwirft eine Parthie des Harns mit wohlausgewaschener Bierhefe der Gährung, und constatirt das entweichende Kohlensäuregas, und durch Destillation der vergohrenen Flüssigkeit wo möglich den erzeugten Alkohol.

Polarisationsprobe.

5) Man constatirt die Ablenkung des polarisirten Lichtstrahles im Polarisationsapparate.

Die gegen die Zuverlässigkeit der Trommer'schen Probe von verschiedenen Seiten erhobenen Einwendungen sind grösstentheils nicht stichhaltig, und berechtigen zu dem Ausspruche, dass diese Reaction zu den „bestverleumdeten" gehört. Es geht mit ihr, wie mit einem Gewehr, mit welchem der geübte Schütze trefflich schiesst, während der Ungeübte seine Fehlschüsse der Beschaffenheit desselben beizumessen pflegt.

Eine bereits längere Zeit bereitete Fehling'sche Flüssigkeit zum qualitativen Nachweise anzuwenden, ist aber ohne Zweifel unzulässig, denn eine solche scheidet häufig beim Erwärmen für sich schon etwas Kupferoxydul aus. Was in letzter Zeit angeführt wurde, dass sich geringe Mengen Zucker im Harn der Beobachtung entziehen können, wenn derselbe etwas Ammoniak enthält, welches das Kupferoxydul gelöst erhält, ist schon vor vielen Jahren von Scherer beobachtet, und deshalb muss vor dem Zusatze der Kupfervitriollösung vorher mit Kali erwärmt werden. Volle Sicherheit gewährt immer nur die Gährungsprobe, die daher wo möglich immer angestellt werden soll.

Quantitative Bestimmung des Zuckers im Harn.

Quantitative Bestimmung des Zuckers im Harn. Auch diese kann auf mehrfache Weise vorgenommen werden, und zwar 1) durch Gährung. Man lässt eine gewogene Parthie Harn mit Bierhefe gähren, und bestimmt das Gewicht der dabei entwickelten Kohlensäure, woraus sich dann der Zucker leicht berechnen lässt.

2) Man bestimmt den Zucker mittelst einer titrirten alkalischen Kupferoxydlösung (Fehling'sche Lösung, bestehend aus Kupfervitriol, Seignettesalz und Natronlauge mit Wasser verdünnt), die gewöhnlich so titrirt ist, dass zur Reduction von 10 CC. dieser Kupferlösung gerade 0,05 Grm. Traubenzucker erforderlich sind.

Der zu untersuchende Harn wird auf sein 10faches oder 20faches Volumen verdünnt, dann die Probelösung, und zwar 10 CC. derselben, in einer Porzellanschale mit etwa 40 CC. Wasser verdünnt, und nahe bis zum Kochen erhitzt, während man von dem in einer Bürette befindlichen Harn allmählich und so lange zusetzt, bis alles Kupfer gerade reducirt, und als Kupferoxydul ausgeschieden ist; eine Probe der über dem Niederschlage stehenden Flüssigkeit filtrirt, darf mit Schwefelwasserstoff und Blutlaugensalz keine Reaction auf Kupfer geben. — 3) Mittelst des Ventzke-Soleil'schen Polarisationsapparates, durch das genau an der Skala und dem Nonius des Instrumentes abgelesene Drehungsvermögen.

Inosit, wurde im Harn bei Morbus Brighti, und nach dem Gebrauche von Drasticis im Stadium der Urämie, und in einem Falle von Diabetes beobachtet, wo allmählich an die Stelle des ursprünglich vorhanden gewesenen Traubenzuckers Inosit trat (Cloëtta, Vohl); auch Neukomm fand Inosit im diabetischen Harn. Inosit.

Milchsäure und milchsaure Salze. Milchsäure ist kein Bestandtheil normalen und frischen Harns; in jener Periode seiner freiwilligen Zersetzung aber, welche man mit dem Namen der sauren Harngährung bezeichnet, tritt sie, wahrscheinlich als Zersetzungsproduct der Harnextractiv- und Farbstoffe auf. Nach Lehmann soll sie auch bei gehemmter Oxydation im Blute, demnach bei Störungen der Respiration, der Verdauung und Ernährung vorkommen. Im Harn rhachitischer Kinder habe ich sie nachgewiesen. Milchsäure.

Fett und flüchtige Fettsäuren. Fett findet sich im Harn sehr selten. Am häufigsten noch erscheint es bei fettiger Entartung der Nieren, die entweder für sich auftritt, oder mit Schrumpfung des Organs verbunden, eine der verschiedenen Formen des Morbus Brighti darstellt; Fett kann ferner im Harn auftreten bei fettiger Degeneration der Epithelialzellen der Harnleiter und der Harnblase, und endlich bei übermässigem Fettgehalt des Blutes. Der fetthaltige Harn war bei den älteren Aerzten unter dem Namen Urina chylosa bekannt. Von flüchtigen Säuren ist im Harn zuweilen Buttersäure unter nicht genügend aufgehellten Bedingungen gefunden. Der bereits vergohrene diabetische Harn enthält Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure. Fett und flüchtige Fettsäuren.

Gallenfarbstoff, namentlich die als Cholepyrrhin und Biliverdin bezeichneten Modificationen. In sehr seltenen Fällen scheinen Spuren von Gallenpigment im Harn ganz gesunder Personen vorkommen zu können, namentlich in der heissen Jahreszeit (Scherer); in grösserer Menge und constant tritt jedoch der Gallenfarbstoff im Harn nur bei Icterus auf. Bezüglich des Nachweises siehe Seite 189. Gallenfarbstoff.

Gallen-säuren.

Gallensaure Salze. Dieselben kommen im Harn jedenfalls nur selten vor, und immer in geringer Menge. Bei Icterus, wo reichliche Quantitäten Gallenpigment in den Harn übergehen, fehlen die Gallensäuren sehr häufig gänzlich. Die gegentheiligen Angaben Kühne's können nach den Beobachtungen von Städeler keine volle Beweiskraft beanspruchen. Eine bestimmte Beziehung des Auftretens der Gallensäuren im Harn zu gewissen Krankheitsprocessen ist nicht nachgewiesen.

Abnorme Harnpigmente.

Indigo.

Abnorme Harnpigmente. Von diesen, die bereits S. 256 u. 257 näher beschrieben wurden, ist vorzugsweise Uroglaucin und Urrhodin zu erwähnen, welche beide Stoffe von Carter für identisch mit Indigblau und Indigroth erklärt werden, und sich auch häufig im Harn Gesunder vorfinden sollen. Eine Beziehung des Auftretens dieser Pigmente zu gewissen Krankheitsprocessen ist mit Sicherheit nicht nachgewiesen. Auch dürfte das constante Vorkommen des Indigos im normalen Harn zweifelhaft sein.

Bestimmung des Harnfarbstoffes.

Zu pathologischen Zwecken hat, um die Menge und färbende Kraft der gewöhnlichen auf chemischem Wege nicht bestimmbaren Harnpigmente abschätzen zu können, J. Vogel eine Methode ersonnen, die auf der Annahme einer Farbenskala, und darauf fusst, dass die Verdünnungen bestimmt werden, welche tiefer gefärbte Harne erfahren müssen, um auf den Normalfarbenton gebracht zu werden.

Allantoin.

Allantoin. Ueber das Vorkommen dieses Körpers im menschlichen Harn liegen keine sicheren Angaben vor. Prout will es im Harn eines todtgeborenen Kindes gefunden haben, und Frerichs und Städeler fanden zweifelhafte Spuren davon im Harn eines Mannes, der Chlor eingeathmet hatte. Bei Hunden unter Bedingungen der gestörten Respiration wurde Allantoin von den letztgenannten Forschern mit Sicherheit nachgewiesen.

Leucin und Tyrosin.

Leucin und Tyrosin wurden im Harn bei acuter gelber Leberatrophie, bei Typhus, Variola, und im Harn eines Epileptischen nach Rückenmarksverletzung aufgefunden (Frerichs und Städeler, Schmeisser, Valentiner). Das Auftreten dieser Stoffe im Harn bei Leberatrophie hängt zusammen mit ihrer unter diesen pathologischen Bedingungen erfolgenden Anhäufung in der Leber.

Cystin.

Cystin ist ein seltener Bestandtheil von Harnsteinen und Harnsedimenten, muss aber demnach auch im Harn gelöst vorkommen. Cystinhaltiger Harn soll zuweilen eine intensiv grünliche Färbung zeigen, und fötid riechen. Toel, der Fälle von cystinhaltigem Harn bei mehreren Gliedern einer Familie beobachtete, fand den Harn schleimig, sehr rasch sedimentirend, aber von saurer Reaction. So wie die Bildung des Cystins überhaupt noch in Dunkel gehüllt ist, so ist auch eine Beziehung dieses Körpers zu bestimmten Krankheitsprocessen nicht nachgewiesen.

Taurin soll im icterischen Harn zuweilen vorkommen, und würde dann seinen Ursprung aus einer Zersetzung der Taurocholsäure im Blute ableiten. Taurin.

Faserstoff. Aufgelöster Faserstoff im Harn bedingt den sogenannten coagulablen Harn, der dadurch charakterisirt ist, dass sich in demselben, gewöhnlich erst mehrere Stunden nach seiner Entleerung, Faserstoffcoagula bilden, welche entweder ein Sediment bilden, oder den gesammten Harn in eine Gallerte verwandeln. Dieser flüssige Faserstoff im Harn ist aber, namentlich in Europa, sehr selten; häufig soll er nach Rayer auf Isle de France vorkommen. Eine bestimmte diagnostische Bedeutung hat er nicht, sondern lässt nur schliessen, dass eine faserstoffhaltige Transsudation aus dem Blute in die Nieren oder Harnwege erfolgt ist. Faserstoff.

Fälle, wo der Faserstoffgehalt des Harns durch eine wirkliche Beimischung von Blut bedingt ist, gehören natürlich nicht hierher. Auch ist der coagulable Harn nicht zu verwechseln mit gallertigen Ausscheidungen, welche sich durch die Einwirkung im Harn vorkommenden kohlensauren Ammoniaks auf darin enthaltenen Eiter bilden, was bei Blasencatarrhen öfter vorkommt (J. Vogel).

Hämatoglobulin. Zuweilen ist der Harn blutig gefärbt, oder rothbraun, braunschwarz, ja dintenschwarz, ohne dass durch die mikroskopische Untersuchung die Formelemente des Blutes darin nachgewiesen werden können. Kocht man aber solchen Urin für sich, oder unter vorsichtigem Zusatz von ein paar Tropfen Essigsäure, so bildet sich ein braunrothes Gerinnsel, welches an schwefelsäurehaltigen Alkohol Hämatin abgiebt (s. S. 168 u. 352); es ist also Hämatoglobulin darin aufgelöst. Dieser Fall tritt bisweilen ein in Krankheiten, die mit einer sogenannten Blutdissolution einhergehen, beim Scorbut, bei putriden, typhösen Fiebern, bei perniciösen Wechselfiebern, nach dem Einathmen von Arsenwasserstoffgas (J. Vogel). Hämatoglobulin.

Kohlensaures Ammoniak findet sich immer im Harn, wenn derselbe in die alkalische Gährung übergegangen ist, und entsteht aus der dabei stattfindenden Umsetzung des Harnstoffs; zuweilen aber wird ein bereits kohlensaures Ammoniak führender Harn gelassen, dann, wenn diese Umsetzung in Folge von Blasencatarrh unter dem Einflusse des Harnblasenschleims bereits in der Blase selbst erfolgt. Kohlensaures Ammoniak.

Normaler Harn reagirt sauer, wenn derselbe aber alkalisch gelassen wird, so ist der Grund davon entweder das auf die soeben geschilderte Weise erzeugte Ammoniak oder die Beschaffenheit des Blutes. So wird der Urin nach der Einführung von kaustischen, kohlensauren und pflanzensauren Alkalien in den Organismus alkalisch, ähnlich wirken vegetabilische Nahrungsmittel. In diesen Fällen ist die alkalische Reaction des Harns durch fixe kohlensaure Alkalien bedingt, allein es ist bemerkenswerth, dass die in den Harn übergehenden kohlensauren Alka- Alkalische Reaction des Harns.

lien sehr rasch zersetzend auf den Harnstoff wirken, und daher neben den fixen kohlensauren Alkalien sehr bald auch kohlensaures Ammoniak auftritt. Möglicherweise kann endlich die alkalische Reaction des Harns auch Folge eines perversen Stoffwechsels sein, wobei weniger Säure in den Harn übertritt. Nach Allem erklärt es sich, dass alkalische Reaction des Harns vorzugsweise auftritt: bei Blennorrhöen und Pyorrhöen der Harnwege, nach dem Gebrauche von kaustischen, kohlensauren oder pflanzensauren Alkalien, endlich bei Anämie, Chlorose und Schwächezuständen des Muskel- und Nervensystems überhaupt.

Ob alkalische Reaction des Harns von kohlensaurem Ammoniak oder von fixen kohlensauren oder von basisch-phosphorsauren Alkalien herrührt, erkennt man leicht. In ersterem Falle wird in den Harn getauchtes geröthetes Lackmuspapier blau, die Bläuung verschwindet aber beim Trocknen des Papiers wieder, in letzterem Falle verschwindet die Bläuung nicht.

Schwefelwasserstoff.

Schwefelwasserstoff, wohl in der Mehrzahl der Fälle erst im Harne selbst entstanden (aber woraus?), wurde von Chevallier, Höfle und Heller im Harne bei Tuberculosis und Variola, von Lambl im Harn bei Blasenkrebs aufgefunden. Bildung und Bedeutung sind gleich dunkel.

Dass bei Vermengung des Harns mit Blut und Eiter die Bestandtheile der letztgenannten Flüssigkeiten im Harn überhaupt vorkommen müssen, ist klar, und bedarf daher keiner näheren Auseinandersetzung.

Harnsedimente.

Harnsedimente. Unter Harnsedimenten versteht man feste, nicht gelöste Stoffe im Harn, welche anfänglich meist in demselben suspendirt, nach kürzerer oder längerer Zeit sich absetzen und einen Niederschlag bilden. Einige Harnsedimente bilden sich erst, nachdem der Harn bereits gelassen ist, andere dagegen entstehen schon innerhalb der Harnorgane. Aus letzteren können unter begünstigenden Verhältnissen Harnsteine sich bilden.

Der Grund des Auftretens von Sedimenten ist unter allen Umständen der, dass entweder im Harn ursprünglich aufgelöste Stoffe bei gewissen Veranlassungen ihre Löslichkeit einbüssen, und daher herausfallen, oder dass sich dem Harn innerhalb der Harnmenge gewisse aus diesen stammende und im Harn mehr oder weniger unlösliche Stoffe beimengen, und mit demselben ausgeschieden werden. Erstere sind wirkliche anormale oder normale Harnbestandtheile, letztere fremdartige, meist organisirte Beimengungen.

Wir haben bereits Seite 510 die in Harnsedimenten bisher nachgewiesenen Stoffe aufgezählt, und geben hier nur die vom chemischen Standpunkte zu ihrer Charakteristik nöthigen Erläuterungen.

Freie Harnsäure.

1. Sedimente von freier Harnsäure. Dieselben kommen sehr häufig vor, namentlich bei acuten fieberhaften Krankheiten, doch zeigen

sie sich auch zuweilen bei völlig normalem Zustande des Organismus. Im frisch entleerten Harn kommen, ausser etwa bei Lithiasis, niemals aus freier Harnsäure bestehende Sedimente vor, nach längerem Stehen aber im Verlaufe der sauren Harngährung scheidet jeder Harn Harnsäurekrystalle aus. Diess macht es, wie Scherer gezeigt hat, wahrscheinlich, dass die Bildung der Harnsäuresedimente unter dem Einflusse der Zersetzung der Harnpigmente vor sich geht, wobei Milchsäure gebildet wird, die die Harnsäure aus ihren Verbindungen ausscheidet. Im Harn bei fieberhaften Krankheiten findet die Ausscheidung der Harnsäure schon nach 2 bis 3 Stunden statt. Dass sie aber auch schon innerhalb der Blase stattfinden kann, lehren die aus Harnsäure bestehenden Blasensteine; ja selbst schon in den Nieren kann dieselbe erfolgen (Nierensteine).

Harn, der Harnsäuresedimente absetzt, ist gewöhnlich von gesättigter Färbung, und reagirt meist stark sauer. Das Sediment selbst ist niemals farblos, bisweilen wohl blass, gemeinhin aber von hochgelber, orangerother Farbe, und von sandigem, meist schon mit freiem Auge krystallinischem Ansehen. Erkannt wird es unter dem Mikroskop leicht durch seine Krystallform, chemisch durch sein Verhalten gegen Salpetersäure, von harnsauren Salzen unterschieden durch Krystallform, Unlöslichkeit in heissem Wasser und Harn, und Verhalten in der Hitze.

Unter dem Mikroskop zeigen sich bei der Untersuchung derartiger Sedimente platte Tafeln von rhombischem Habitus, die, gewöhnlich braun- bis goldgelb gefärbt, immer aber ausserordentlich durchsichtig und von verschiedener, zuweilen bedeutender Grösse sind (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVII, Fig. 1 und 6, und Taf. VII, Fig. 1 und 3; ausserordentlich schön und treu sind die Abbildungen der Harnsäure bei Robin und Verdeil: Pl. XI. Fig. 1 und 2, Pl. XII, Pl. XIII, Fig. 1 und 2), untermengt mit amorphem Pulver (harnsauren Salzen). Bisweilen erscheint der Rhombus in der Weise modificirt, dass die stumpfen Winkel abgerundet sind und dadurch spindelförmige Gestalten entstehen (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. VII, Fig. 1, und Robin und Verdeil: Pl. XI, Fig. 1 a, b, c, d, e); seltener sind Formen, die fassförmigen kurzen Cylindern gleichen (Robin und Verdeil: Pl. XI, Fig. 2 e), sowie eigenthümliche rosettenähnliche Krystalldrusen, die, wie man sich durch Drücken und Verschieben des Deckblättchens überzeugen kann, ebenfalls aus rhombischen Tafeln von verschiedener Grösse bestehen, die auf ihren Kanten liegen und gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt convergiren (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. VII, Fig. 3, Taf. XVII, Fig. 3, Robin und Verdeil: Pl. XI, Fig. 2 k, Pl. XIII, Fig. 1 f, g, h). Die Grundform der Harnsäurekrystalle ist ein rhombisches Verticalprisma, dessen Flächenneigung = 53° 56′, und zwei aus diesem durch Verdoppelung der macro- oder brachydiagonalen Axe entstandene Prismen, deren Combinationen Verticalprismen mit elliptischer Basis bilden. Selten aber ist freie Harnsäure in pathologischen

Mikroskopische Charaktere.

Sedimenten allein vorhanden. Meist ist sie mit Sedimenten von harnsauren Salzen gemengt.

Harnsaure Salze.

2. Sedimente von harnsauren Salzen. Dieselben bestehen vorwiegend aus saurem harnsauren Natron, enthalten aber gewöhnlich noch harnsaures Ammoniak; zuweilen auch oxalsauren Kalk. Auch diese Sedimente sind sehr häufig, namentlich bei fieberhaften Krankheiten, und stellen die den Aerzten seit langer Zeit bekannten Fiebersedimente dar (Sedimenta lateritia), bilden sich aber auch häufig unter innerhalb der physiologischen Breitegrade liegenden Bedingungen. Die Theorie ihrer Bildung ist nicht ganz aufgeklärt. Da die sauren harnsauren Alkalien in kaltem Wasser schwierig löslich sind, sich bei der Temperatur des Körpers aber leicht auflösen, da endlich die einmal gebildeten Sedimente sich ebenfalls leicht auflösen, wenn man den Harn gelinde erwärmt, hat man ihre Entstehung zu erklären versucht, indem man annahm, dass sie sich dann bilden, wenn die Menge der harnsauren Salze im Harn vermehrt ist, wenn der Harn sehr concentrirt und daher wasserarm ist, und sich nun nach der Entleerung des Harns die Temperatur desselben so sehr erniedrigt, dass sie nicht mehr gelöst erhalten werden. Obgleich diese Theorie für viele Fälle richtig ist, und namentlich auch darin ihre Stütze findet, dass sich derartige Sedimente besonders häufig bei Fiebern und in allen jenen Zuständen bilden, wo die Oxydation im Blute beeinträchtigt ist, so passt sie doch nicht für alle. Häufig nämlich bilden sich derartige Sedimente in einem Harn, der viel weniger harnsaure Salze enthält, wie nicht sedimentirender, und häufig tritt das Sediment viel später auf als zu jener Zeit, wo sich die Temperatur des Harns mit der Lufttemperatur ins Gleichgewicht gesetzt hat; es müssen demnach hier andere Grundbedingungen gegeben sein. Es hat Lehmann gezeigt, dass der Harnfarbstoff und die saure Harngährung an der Entstehung derartiger Sedimente ebenfalls ihren Antheil haben, wenngleich weitere Untersuchungen erforderlich scheinen, um diesen Antheil genauer zu ermitteln.

Sedimente von harnsauren Salzen bilden sich ebenfalls meist in stark saurem Harn; die Farbe solcher Sedimente und des Harns ist sehr wechselnd. Der Harn ist bald blassgelb, bald gesättigt hochgelb, röthlich, braunroth, die Farbe des Sedimentes grauweiss, weiss, rosaroth, ziegelroth, braunroth bis kupferroth. Diese Sedimente sehen oft Schleim, Eiter oder Blut täuschend ähnlich, und lassen sich durch das blosse Ansehen davon nicht unterscheiden. Erkannt werden sie durch ihre mikroskopischen Charaktere, chemisch durch ihre Löslichkeit in dem gelinde erwärmten Harn, ihr Verhalten gegen Salpetersäure und Ammoniak, und ihr Verhalten in der Hitze.

Mikroskopische Charaktere.

Unter dem Mikroskop erscheinen die Sedimente aus harnsauren Salzen gewöhnlich als vollkommen amorph scheinende feinkörnige Moleküle, oder das harnsaure Natron (nur unter gewissen Bedingungen) in Form

von Kugeln, die mit stachelartig aufsitzenden, kleinen feinen Prismen besetzt sind. (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVIII, Fig. 1 und 2, Taf. VII, Fig. 5, und Robin und Verdeil: Atlas, Pl. XVII, Fig. 3 a, b, d, e.) Die Kugelhaufen verwandeln sich in kurze hexagonale Prismen, oder dicke Tafeln, Salzsäure löst Alles, bald aber erscheinen die Krystalle der Harnsäure.

Beim Erhitzen und Verkohlen hinterlassen derartige Sedimente einen weissen anschmelzenden Rückstand, der, mit Wasser befeuchtet, rothes Lackmuspapier bläut, und mit Säuren aufbraust. Auf dem Platindraht giebt er vor dem Löthrohr Natronreaction.

3. Sedimente aus oxalsaurem Kalk finden sich in saurem, neutralem und in alkalischem Harn, nicht selten, ja sogar meistens, mit Harnsäure und harnsauren Salzen gemengt. Krystalle von oxalsaurem Kalk im Harn sind übrigens keineswegs eine pathologische Erscheinung, sondern zeigen sich auch bei Gesunden sehr häufig, namentlich im Verdauungsharn, und nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel, von Sauerampfer, von kohlensäurereichen Getränken. Wenn sie im Harn an und für sich nicht nachzuweisen sind, so gelingt es oft, sie aufzufinden, wenn man Harn ausfrieren lässt, und die rückständige Mutterlauge untersucht (Lehmann), oder wenn man den Harn in einem hohen und engen Glase 24 Stunden stehen lässt, und dann die unterste Schicht untersucht. Reichlicheres Auftreten von oxalsaurem Kalk ist bei den Aerzten unter dem Namen Oxalurie bekannt, ist aber keineswegs von diagnostischer Bedeutung für gewisse Krankheitsformen, sondern kann sich bei Gesunden und bei allen Krankheiten und zu allen ihren Perioden zeigen (Gallois). Indess stellt sich Oxalurie bei einigen Krankheiten häufiger ein als bei anderen, namentlich bei Dyspepsie, Spermatorrhoe und Rückenmarksleiden. Der Harn bei Oxalurie ist meist dunkel gefärbt, besitzt einen an Reseda oder Hagebutten erinnernden Geruch, der besonders beim Erwärmen hervortritt, und ist reich an Harnsäure und Harnstoff. Oxalsaurer Kalk.

Die Bildungsweisen der Sedimente von oxalsaurem Kalk sind noch wenig aufgeklärt. Auf welche Weise die Oxalsäure sich im thierischen Organismus bilden kann, wurde Seite 278 erörtert. Wodurch aber oxalsaurer Kalk im Harn gelöst erhalten wird, und unter welchen Bedingungen die Ausscheidung erfolgt, ist noch nicht überzeugend dargethan. Neubauer hat darauf aufmerksam gemacht, dass nach seinen Versuchen beim Vermischen einer Lösung von phosphorsaurem Kalk in saurem phosphorsauren Natron mit einer Lösung von Oxalsäure oder einem oxalsauren Alkali sich alsbald oxalsaurer Kalk ausscheidet, dass aber der oxalsaure Kalk in saurem phosphorsauren Natron keineswegs unlöslich ist.

Obgleich sich der oxalsaure Kalk häufig erst im entleerten Harn vielleicht in Folge der Harngährung ausscheidet, so erfolgt seine Aus-

scheidung doch auch schon zuweilen in den Nieren und der Blase, und giebt dann unter begünstigenden Verhältnissen zur Bildung von Harnsteinen und Nierensteinen Veranlassung.

Erkannt wird der oxalsaure Kalk am einfachsten durch das Mikroskop durch seine äusserst charakteristische Krystallform und mikrochemischen Reactionen.

Mikroskopische Charaktere.

Unter dem Mikroskop erscheint der oxalsaure Kalk in Gestalt kleiner zierlicher, glänzender, vollkommen durchsichtiger, das Licht stark brechender, scharfkantiger Quadratoctaëder, die mit Briefcouverten Aehnlichkeit zeigen. (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVII, Fig. 2, Taf. II, Fig. 1; Robin und Verdeil: Atlas, Pl. VI, Fig. 2 und 3.) Der Neigungswinkel des Octaëders beträgt 119° 34′. Die Krystalle sind unlöslich in kaltem und warmem Wasser, in erwärmtem Urin, in Essigsäure und Ammoniak, löslich dagegen in stärkeren Mineralsäuren.

Zum Glühen erhitzt, verwandelt sich der oxalsaure Kalk ohne Schwärzung in kohlensauren Kalk.

Hippursäure.

4. Sedimente von Hippursäure sind sehr selten; sie finden sich bei Gesunden nach dem reichlichen Genusse von Obst, nach dem Einnehmen von Benzoësäure oder Zimmtsäure und bei verschiedenen Krankheiten, ohne dass sich eine Beziehung solcher Sedimente zu gewissen Krankheitsformen bisher ergeben hätte (J. Vogel). Ihre Bildung scheint von einer Vermehrung der Hippursäure und im Uebrigen von denselben Bedingungen abhängig zu sein, wie die Bildung von Sedimenten aus freier Harnsäure bestehend.

Mikroskopische Charaktere.

Unter dem Mikroskop erscheinen sie als rhombische Prismen oder nadelförmige Krystalle. (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. VIII, Fig. 3.) Bisweilen besteht ein Sediment aus einer Mischung von Hippursäure- und Harnsäurekrystallen, oder es sitzen grösseren Harnsäurekrystallen nadelförmige Krystalle wie Spiesse auf. Eine genauere chemische Prüfung erscheint hier übrigens immer nöthig (J. Vogel).

Cystin.

5. Sedimente von Cystin sind ebenfalls sehr selten. Was die Verhältnisse des Vorkommens des Cystins im Harn überhaupt anbelangt, so verweisen wir auf das darüber S. 228 Gesagte. Aus den umfassenden Beobachtungen von Fabre scheint hervorzugehen, dass das Auftreten des Cystins von persönlichen Verhältnissen, Klima und Lebensweise unabhängig ist. Merkwürdig ist sein Vorkommen bei mehreren Gliedern einer und derselben Familie (Marcet, Prout, Lenoir, Civiale, Toel). Gewöhnlich sind Cystinsedimente mit phosphorsauren Erden gemengt (Fabre).

Mikroskopische Charaktere.

Cystinsedimente werden am leichtesten durch das Mikroskop erkannt. Das Cystin erscheint dann in Gestalt farbloser, durchsichtiger, sechsseitiger Tafeln (Funke: Atl., 2te Aufl. Taf. III, Fig. 6; Robin und Verdeil:

Atl. Pl. XXXIII). Doch genügt die mikroskopische Untersuchung zum sicheren Nachweise nicht, und man muss sich auch auf chemischem Wege davon überzeugen, dass man es mit Cystin zu thun hat (Löslichkeit in Mineralsäuren und Alkalien, Verhalten gegen Bleioxyd in kalischer Lösung siehe Seite 228).

6. Sedimente von Tyrosin wurden von Frerichs und Städeler namentlich bei acuter Leberatrophie beobachtet. Bezüglich der mikroskopischen Charaktere des Tyrosins vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. IV, Fig. 3. Bezüglich des chemischen Verhaltens und der übrigen Beziehungen S. 221. Tyrosin.

7. Sedimente von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia finden sich im Harn constant, wenn derselbe in Folge der Zersetzung des Harnstoffs in Kohlensäure und Ammoniak alkalisch geworden ist; zuweilen aber finden sie sich schon im frisch gelassenen Harn, namentlich bei Blasen- und Rückenmarksleiden, bei Diabetes. Solcher Harn reagirt entweder alkalisch oder neutral, doch hat man auch schon Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia in schwach saurem Harn beobachtet. Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

Die Krystallform der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia ist so charakteristisch, und die Krystalle sind von so ausgezeichneter Schönheit, dass diese Sedimente durch die mikroskopische Untersuchung sofort erkannt werden. Gute Abbildungen s. bei Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVII, Fig. 5, Taf. XVIII. Die am häufigsten vorkommenden Gestalten sind Combinationen des rhombischen verticalen Prismas, die mit Sargdeckeln grosse Aehnlichkeit haben. Die Krystalle sind in heissem Wasser unlöslich, verschwinden aber leicht auf Zusatz von Essigsäure. — Glüht man ein aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehendes Sediment, so entweicht Ammoniak, und es bleibt ein Rückstand, der in Essigsäure ohne Aufbrausen löslich ist; aus der Lösung wird durch Ammoniak ein krystallinischer Niederschlag gefällt. Mikroskopische Charaktere.

8. Sedimente von phosphorsaurem Kalk. Diese Sedimente kommen selten allein für sich vor, sondern sind meist mit phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia gemengt. Die Bedingungen der Bildung derartiger Sedimente sind dieselben, wie sie für die Sedimente von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia gelten. Phosphorsaurer Kalk.

Unter dem Mikroskop erscheint der phosphorsaure Kalk entweder in Gestalt eines krystallinische Textur verrathenden, stark lichtbrechenden dunklen Pulvers, oder (Hill-Hassal) in wirklichen Krystallen, die nach der Beschreibung von Hill-Hassal kuglige Drusen mit ihren breiten oder spitzen Enden zusammenstossender sehr schmaler, sechsseitiger, schräger Pyramiden, oder sich kreuzende lanzettförmige Blätter darstellen. Im frischen Harn kommen nach den Erfahrungen von Hill- Mikroskopische Charaktere.

Hassal Kalkphosphatkrystalle viel häufiger vor, als Sedimente von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

In Wasser ist der phosphorsaure Kalk unlöslich, löst sich aber in Säuren auf, und wird durch Alkalien aus diesen Lösungen amorph gefällt.

Organisirte Materien.

9. Sedimente aus organisirten Materien. Es gehören hierher Sedimente von Schleim, Eiter, Blut und Faserstoffcoagula, Samenfäden, ferner Pilze und Infusorien, sowie endlich Sarcina ventric.

Die Bedeutung dieser Beimengungen des Harns ist eine ausschliesslich physiologisch-pathologische, die Chemie hat damit ebenso wenig zu schaffen, wie mit ihrer Ausmittelung, die durch die mikroskopische Untersuchung geschieht, aber Kenntnisse in der Histologie voraussetzt. Wir beschränken uns daher hier auf einige Bemerkungen und Hinweisung auf gute Abbildungen.

Besteht das Sediment aus organisirten Gebilden, so können dieselben sein:

a. Pflaster- und Cylinderepithelium. Vergl. die Handb. u. Atl. der Physiologie u. Histologie.

b. Schleim- und Eiterkörperchen. Vergl. Funke, Atlas, 2te Aufl. T. XVII, Fig. 5.

c. Schlauchförmige oder cylindrische Körper, entweder Epithelialcylinder der Bellinischen Röhrchen, deren kernhaltige Zellen agglomerirt, und durch eine feinkörnige Masse sichtbar sind. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. T. XVI, Fig. 4, 5, 6, oder Exsudatpfröpfe aus den Bellinischen Röhrchen, aus Faserstoff bestehend. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. T. XVI, Fig. 6, oder endlich sehr durchsichtige hyaline Schläuche, hohlen Cylindern gleichend, durch Kali unter Zurücklassung einer feinen granulösen Masse verschwindend. Lehmann hält sie für die Membrana propria der Harncanälchen, Frerichs für plattgedrückte Faserstoffgerinnsel. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. T. XVI, Fig. 5.

d. Spermatozoiden. Vergl. die Handb. u. Atl. der Histologie und Physiologie.

e. Blutkörperchen. Vergl. Funke: Atlas, 2. Aufl., T. XI, Fig. 1 u. f.

f. Fadenpilze. Gewöhnlich nur in bereits alkalisch gewordenem zersetzten Harn. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. T. XVIII, Fig. 6.

g. Infusorien. Ebenfalls meist im alkalisch gewordenen Harn, Vibrio lineola (?) und Monas termo Ehrenb.

h. Faserstoffschollen und Klumpen sehr selten, und dann meist in grösseren Massen vorhanden.

i. Sarcina ventriculi Goodsir. Sehr selten. Die charakteristische Form lässt nicht leicht eine Verwechselung zu. Vergl. Funke, Atlas, 2te Aufl. T. XIV, Fig. 4.

b) Quantitative Veränderungen.

Quantitative Zusammensetzung des Harns in Krankheiten.

Aenderungen in den Gewichtsverhältnissen der mit dem Harn austretenden Stoffe finden bereits unter physiologischen Verhältnissen in so ausgedehntem Maasse statt, dass es von vornherein einleuchten muss, dass auch bei Krankheiten solche eintreten werden. Obgleich nun aber eine Unzahl von Analysen des Harns bei den verschiedensten Krankheiten angestellt ist, so sind wir doch weit davon entfernt, eine nur einigermaassen befriedigende Kenntniss von dem Einflusse gewisser Krankheitsprocesse auf die quantitative Zusammensetzung des Harns, oder richtiger auf die innerhalb gewisser Zeiträume durch den Harn ausgeschiedenen Gewichtsmengen seiner wichtigeren Bestandtheile zu besitzen. Die meisten der bis auf die letzte Zeit angestellten chemischen Analysen des Harns in Krankheiten sind nämlich unbrauchbar, weil sie sich auf beliebige Harnquantitäten beziehen und die Analysen auf 1000 Thle. berechnet sind; aber auch bei der Beobachtung richtiger Principien ist es ungemein schwierig, den Einfluss, welchen die auch während der Krankheit noch fortgeltenden physiologischen Bedingungen auf die Ausscheidungsverhältnisse ausüben, von demjenigen zu unterscheiden und zu sichten, der von dem Krankheitsprocesse selbst ausgeübt wird. Um ein Beispiel zu wählen: die Ausscheidung gewisser Harnbestandtheile geht proportional der Zufuhr, nimmt demnach ab bei Nahrungsmangel; da nun bei Krankheiten das Nahrungsbedürfniss auf ein Minimum herabgedrückt zu sein pflegt, und auch durch therapeutische Rücksichten die Nahrung beschränkt wird, so werden hier Bedingungen gegeben sein, die an und für sich eine Verminderung gewisser Ausscheidungen zur Folge haben. Aehnlich verhält es sich nun mit anderen Einflüssen.

Wir folgen in Nachstehendem ganz den auf umfassende und mit Umsicht angestellte Untersuchungen sich stützenden Angaben J. Vogel's, wie er dieselben im zweiten Theile der Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns von Neubauer und Vogel niedergelegt hat. Nur bei jenen Stoffen, über welche von ihm keine Untersuchungen angestellt sind, beziehen wir uns auf andere Beobachter. Im Allgemeinen aber müssen wir hervorheben, dass im Verlaufe einer und derselben Krankheit in den verschiedenen Stadien derselben sehr bedeutende Schwankungen vorkommen können, so dass man allgemeine Aussprüche hier möglichst vermeiden muss, um nicht den wirklich thatsächlichen Verhältnissen geradezu zu widersprechen. Aus diesem Grunde ist es auch ziemlich misslich, zur Darstellung der Ausscheidungsverhältnisse die sonst so übersichtliche Tabellenform zu benutzen, und wenn wir es dennoch thun, so verweisen wir als Correctiv auf die daran angefügten besonderen Bemerkungen.

Krankheiten.	Harnmenge in 24 Stunden.	Harnstoff in 24 Stunden	Harnsäure in 24 Stunden	Kreatin und Kreatinin	Chloride in 24 Stunden	Sulfate in 24 Stunden	Phosphorsaure Alkalien in 24 Stunden
Acute fieberhafte Krankheiten							
a) Bis zur Acme . . .	abnehmend	vermehrt	vermehrt	—	rasch vermindert	vermindert	vermindert
b) Stadium der Abnahme	zunehmend zur Norm	abnehmend zur Norm	vermindert	—	zunehmend zuweilen über die Norm	—	—
c) der Reconvalescenz .	zurück	zurück	—	—	—	—	—
Acuter Hydrops	vermindert	—	—	—	verschwindend	—	—
Acute Brightische Krankheit	—	—	—	vermehrt	verschwindend	—	—
Acute Tuberculose	—	—	—	fehlend	verschwindend	—	vermindert
Pneumonie	vermindert	—	vermehrt	fehlend	verschwindend	—	vermindert
Rheumatismus acutus . . .	vermindert	—	vermehrt	—	vermindert	—	vermindert
Acute Nervenkrankheiten .	—	—	—	—	—	—	vermehrt
Cholera	vermindert auf das Minimum	vermehrt mit der Diurese	—	vermehrt	verschwindend	—	—
Typhus	vermindert	—	—	vermehrt	verschwindend	—	—
Urämie	—	vermindert	—	—	—	—	—
Nach starken operativen Eingriffen	—	—	—	—	—	—	—
a) unmittelbar darnach .	—	vermindert	—	—	—	—	—
b) vom zweiten Tage an .	—	zunehmend zur Norm	—	—	—	—	—
c) später	—	zurück	—	—	—	—	—
Chronische Krankheiten . .	—	vermindert	—	—	meist vermindert	vermindert	vermindert
Wechselfieber	—	—	—	—	—	—	—
a) Fiebertage	—	vermehrt	mehr	—	vermehrt	—	—
b) fieberfreie Tage . . .	—	vermindert	weniger	—	vermindert	—	—
c) Paroxysmus	—	vermehrt	weniger	—	vermehrt	—	—
d) Apyrexie	—	vermindert	mehr	—	vermindert	—	—
Diabetes mellitus / Diabetes insipidus	vermehrt	vermindert	vermindert (gewöhnlich)	—	—	—	—
Hydropisieen	vermindert	vermindert	—	—	zuweilen enorm vermehrt	—	vermehrt
Chron. Morbus Brighti . .	—	vermindert	—	vermehrt bei Urämie	vermindert, mit eintretender Diurese vermehrt	—	—
Leukämie . . .	—	—	ausserordentlich vermehrt	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Dieser Tabelle schliessen wir folgende Erläuterungen an:

Die Verminderung der Harnmenge bei allen acuten fieberhaften Krankheiten ist eine ganz constante Erscheinung, und fast immer durch eine Verminderung der Wasserausscheidung durch die Nieren bedingt. Harnmenge.

Auch gegen das tödtliche Ende von Krankheiten überhaupt sinkt häufig die Urinmenge; doch ist diese Erscheinung keineswegs constant. Bei Wassersuchten ist die Verminderung der Urinmenge Ursache oder Folge der hydropischen Ergüsse; die Vermehrung der Urinmenge ist besonders ausgesprochen bei Diabetes.

Die Ausscheidungsverhältnisse des Harnstoffs in Krankheiten gehen, wie auch im physiologischen Zustande, dem Umsatze der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile parallel. Harnstoff.

Eine momentane Vermehrung kann auch die Folge von vermehrter Urinsecretion sein. Eine Verminderung desselben kann ausser einer Verlangsamung des Stoffwechsels von einer Zurückhaltung des Harnstoffs im Körper (bei Urämie und Hydrops) abhängen. Bei chronischen Krankheiten sinkt die Harnstoffausscheidung am tiefsten, wenn verminderter Stoffwechsel mit verminderter Energie der Nierenthätigkeit zusammenfallen. Wenn endlich bei Hydrops durch Diuretica oder spontan gesteigerte Thätigkeit der Nieren eine reichliche Harnabsonderung erfolgt, so findet eine bedeutende Vermehrung der Harnstoffausscheidung statt, indem neben dem augenblicklich producirten, auch der im Körper angesammelte Vorrath ausgeschieden wird.

Nach bedeutenderen operativen Eingriffen in den Organismus sinkt unmittelbar darauf die Harnstoffausscheidung unter das gewöhnliche Maass, vom zweiten Tage an aber nimmt dieselbe wieder zu, und zwar in Folge vermehrter Energie des Stoffwechsels, wie sich diess aus gleichzeitig erhöhter Körpertemperatur und Verlust an Körpergewicht zu erkennen giebt. Diese Erscheinung findet auch ohne Gegenwart von Fieber statt (W. Müller).

Die Harnstoffausscheidung bei Wechselfiebern steht in einer bestimmten Beziehung zur Temperatur. Während der Apyrexie ist die stündliche Harnstoffmenge unter der Norm; während des Froststadiums steigt die Harnstoffmenge bedeutend, und erreicht im Beginne des Hitzestadiums ihr Maximum, dann fällt sie wieder mit der Temperatur. Aehnlich verhält sich die Chlorausscheidung. Diese Sätze gelten aber nur für die absoluten ausgeschiedenen Mengen, nicht aber für die relativen (Sidney Ringer).

Zwischen der Grösse der Harnsäureausscheidung im Frost- und Hitzestadium der Wechselfieber findet kein Unterschied statt. Einige Stunden nach dem Paroxysmus wird ein harnsäurereicherer Harn ausgeschieden, wie während des Paroxysmus selbst. Wenn die Anfälle über- Harnsäure.

haupt cessirt haben, findet gewöhnlich an einem der nächsten Tage eine bedeutende Vermehrung der Harnsäureausscheidung statt (Ranke). Im Diabetes mellitus fehlt zuweilen die Harnsäure im Harn ganz (Ranke). Der Zusammenhang zwischen Harnsäureausscheidung einerseits, und Verdauung, Milzanschwellung anderseits, die Harnsäurevermehrung in der lienalen Leukämie und in Intermittens, das vorzugsweise Vorkommen der Harnsäure im Milzsafte, und endlich die milzabschwellende und harnsäurevermindernde Wirkung des Chinins sprechen dafür, dass eine Hauptbildungsstätte der Harnsäure die Milz sei (Ranke).

Eine vermehrte Ausscheidung des Kreatins und Kreatinins lässt sich nach Schottin auf zwei Grundursachen zurückführen, 1. auf pathologische Veränderungen, bei welchen die Umwandlung dieser Stoffe durch Oxydation innerhalb des Organismus gehemmt oder gehindert ist (Urämie), 2. solche Veränderungen, in welchen das Kreatin durch Degeneration der quergestreiften Muskeln vermehrt ist. Diese Veränderungen finden aber nach den Beobachtungen von Zenker und Schottin beim Typhus abdominalis in bedeutendem Grade statt. Bezüglich der Vermehrung des Kreatins und Kreatinins bei gestörter Nierenthätigkeit nimmt Schottin an, dass dieselbe im geraden Verhältnisse stehe zur Störung in der Nierensecretion und zur Intensität der Urämie, in umgekehrtem aber zur Grösse des Hydrops.

Chloride.

Die beträchtliche Abnahme der Chlorausscheidung bis zum völligen Verschwinden in acuten Krankheiten, namentlich aber in exsudativen Entzündungsprocessen ist zum Theil allerdings durch das gänzliche Darniederliegen der Esslust bedingt, zum Theil aber auch durch andere Ausscheidungen (Diarrhöen, seröse Exsudate); ob eine chlorvermindernde Thätigkeit der Nieren dabei ebenfalls im Spiele ist, muss dahingestellt bleiben. Bei allen acuten Krankheiten zeigt eine stetige Abnahme des Chlors eine Zunahme, und eine stetige Zunahme derselben eine Abnahme der Krankheit an. In den höchsten Stadien der Pneumonie ist das Chlor im Harn häufig nicht nachweisbar. Bei Hydrops wird mit der Diurese eine reichliche Menge Chloride entleert, die Ausscheidung derselben erreicht zuweilen eine enorme Höhe. (Vogel erzählt einen Fall, wo per Tag 55 Grm. Chlornatrium ausgeschieden wurden.) Bei Diabetes inipidus treten zuweilen ähnliche Erscheinungen ein.

Sulphate und Phosphate.

Ueber die Ausscheidung von Sulphaten und Phosphaten in Krankheiten sind die Ergebnisse der angestellten Untersuchungen wenig bestimmt. Es dürfte kaum zu bezweifeln sein, dass die Ausscheidungsverhältnisse der schwefelsauren Alkalien und der phosphorsauren Erden denen des Harnstoffs bis zu einem gewissen Grade parallel gehen.

Als Anhang zu den pathologischen Verhältnissen des Harns finden hier die passendste Stelle die Harnsteine.

Harnsteine.

Harnsteine. Unter diesem Namen begreift man alle Concretionen, welche sich aus dem Harn bilden, gleichgültig in welchem Theile des Harnapparates sie entstehen; ihre gewöhnliche Bildungsstätte sind die

Nieren und die Harnblase, und demgemäss unterscheidet man Nierensteine und Blasensteine. Die Harnsteine, welche sich in den Harnleitern und der Harnröhre finden, sind gewöhnlich nicht dort gebildet, sondern stammen aus Nieren und Blase.

Bestandtheile derartiger Concretionen können alle jene Stoffe sein, die im Harn Sedimente bilden, und ihre Entstehung beruht wohl immer auf bereits innerhalb der Harnorgane sich ausscheidenden Sedimenten, welche durch ein Bindemittel, am häufigsten wohl Schleim, zusammenkleben, und dann durch Juxtaposition wachsen, indem neue Sedimente sich bilden.

Alles, was von der Bildungsweise der verschiedenen Harnsedimente angeführt wurde, gilt daher auch für die Harnsteine, und wir verweisen daher einfach darauf, ohne uns hier in weitere Erörterungen über die Bildung der Harnsteine einzulassen.

Arten derselben.

1. Harnsteine, grösstentheils oder ganz aus Harnsäure bestehend, sind die häufigsten. Solche Steine sind meist hart, von rothbrauner, braungelber, selten weisser Farbe; ihre Oberfläche ist glatt oder warzig, der Bruch krystallinisch oder erdig. Der Durchschnitt zeigt dünne concentrische Schichten. Sie enthalten immer kleine Mengen anderer Bestandtheile, zuweilen einen aus verhärtetem Schleim bestehenden Kern, und erreichen zuweilen eine bedeutende Grösse.

2. Harnsteine, nur aus harnsaurem Ammoniak bestehend, sind selten, gewöhnlich sind es Gemenge von harnsaurem Ammoniak mit freier Harnsäure und anderen harnsauren Salzen. Sie kommen meist bei Kindern vor. In ihren physikalischen Charakteren kommen sie meist mit den eigentlichen Harnsäuresteinen überein.

3. Harnsaure Salze mit feuerbeständiger Basis sind bisher nur als Beimenguugen von Steinen aus Harnsäure gefunden worden. Sie lassen sich von der freien Harnsäure durch kochendes Wasser trennen.

4. Steine aus oxalsaurem Kalk sind häufig. Sie sind gewöhnlich rund, meist aber mit einer Menge von Warzen besetzt (Maulbeersteine), dunkel, bräunlich gefärbt und ziemlich gross, zuweilen aber kleiner, blässer und glatt: Hanfsamensteine.

5. Steine aus phosphorsauren Erden. Diese Steine haben eine weissliche Farbe, sind erdig, kreidig, bisweilen porös, zuweilen geschichtet und schalig.

6. Steine aus Xanthin sind sehr selten; ein von Wöhler untersuchter Stein war an der Oberfläche von hellbrauner, stellenweise von weisslicher Farbe, auf dem Bruche matt, bestand aus concentrischen Schichten, bekam durch Reiben Wachsglanz, und hatte ungefähr dieselbe Härte wie die harnsauren Steine.

7. Steine aus Cystin sind ebenfalls selten. Sie haben eine gelbliche Farbe, eine glatte Oberfläche, auf dem Bruche ein krystallinisches Aussehen.

8. Harnsteine aus indifferenten organischen Materien sind bisher selten beobachtet. Sie entstehen entweder aus Blasenschleim, oder noch häufiger aus Coagulis von Blut und Faserstoff, die sich in den Nierenbecken oder der Blase ansammeln, und dort weitere Veränderungen erfahren.

9. Zusammengesetzte Harnsteine. Sie enthalten gleichzeitig mehrere Bestandtheile, neben den im Vorhergehenden genannten auch noch kleine Mengen von kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Magnesia und Kieselerde. Man hat von derartigen zusammengesetzten Steinen bisher beobachtet:

a) Steine aus Harnsäure und harnsauren Salzen;

b) Steine aus Harnsäure, harnsauren Salzen und phosphorsauren Erden;

c) Steine aus oxalsaurem Kalk und phosphorsauren Erden;

d) Steine aus Harnsäure und oxalsaurem Kalk und harnsauren Salzen;

e) Steine aus Harnsäure, oxalsaurem Kalk, phosphorsaurem Kalk, harnsauren Salzen, kohlensaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia (Loir).

Die Bestandtheile zusammengesetzter Harnsteine sind bisweilen innig mit einander gemengt, häufiger aber in mehr oder weniger regelmässigen Schichten aufeinander abgelagert, so dass derselbe Stein sich in verschiedene Lagen von verschiedener chemischer Beschaffenheit zerlegen lässt, die offenbar zu verschiedenen Zeiten entstanden sind.

Bei der Bildung derartiger Steine treten zu verschiedenen Perioden ihrer Entwickelung die verschiedenen Bedingungen ein, die die Bildung der verschiedenen Sedimente veranlassen, wobei zunächst die saure und alkalische Harngährung, innerhalb der Harnorgane erfolgend und letztere durch die Gegenwart des Steines selbst beschleunigt (in Folge der Blasenreizung und reichlicherer Schleimsecretion), in Betracht kommen.

Quantitative Analysen von Harnsteinen sind in grosser Menge angestellt, bieten aber kein allgemeines Interesse dar.

Harnbereitung.

Harnbereitung.

So lange man die Bestandtheile des Harns im Blute nicht aufgefunden hatte, betrachtete man die Nieren in demselben Sinne als das harnbereitende Organ, wie man die Leber als das gallenbereitende betrachtet. Seit man aber die Bestandtheile des Harns bereits im Blute vorhanden

weiss, schien diese Anschauung nicht länger haltbar, und man fing an, die Nieren gewissermaassen nur als ein Filter zu betrachten, durch welches gewisse Blutbestandtheile als Harn treten, um aus dem Körper ausgeschieden zu werden. Zur Bezeichnung der Sache ist der Ausdruck aber keineswegs zutreffend, denn ein Filter ist ein Apparat, durch welchen Gelöstes von Ungelöstem geschieden wird, nicht aber ein solcher, welcher zwischen dem durchzulassenden Gelösten eine Auswahl trifft, wie diess bei den Nieren der Fall ist, die unter normalen Verhältnissen von den Blutbestandtheilen wohl Wasser, Harnstoff, Harnsäure, Kreatin und Kreatinin und Salze durchlassen, nicht aber Albuminate, Zucker und Fettseifen, nicht Cholesterin u. s. w.; die Harnbildung verhält sich in dieser Beziehung dem Schweisse ähnlich; sie ist keineswegs eine blosse Transsudation, aber anderseits unterscheidet sich der Harn von der Galle z. B. dadurch, dass seine Bestandtheile im Blute bereits vorhanden sind. Doch giebt sich eine besondere Mitwirkung der Nieren bei der Harnbereitung schon dadurch zu erkennen, dass das Mengenverhältniss der die Nieren passirenden Bestandtheile ein wesentlich anderes ist, wie im Blute. Endlich spricht für die Eigenartigkeit der Harnsecretion der Umstand, dass auch im Nierengewebe selbst erzeugte Stoffe, wie Leucin, Cystin, Taurin, Inosit, unter normalen Bedingungen nicht mit dem Harn austreten.

Chemische Thatsachen.

Vom chemischen Standpunkte, und mit diesem allein haben wir es hier zu thun, steht demnach so viel fest, dass der Harn, das Product einer Wechselwirkung zwischen Blut und Nierengewebe, mit Ausnahme etwa der Harnfarbstoffe, zwar keine Bestandtheile führt, welche im Blute nicht auch vorkämen, dass er aber andererseits unter normalen Verhältnissen niemals gewisse Blutbestandtheile enthält, und dass endlich auch das gegenseitige Mengenverhältniss der in ihm vorkommenden Stoffe ein total verschiedenes von demjenigen ist, welches dieselben im Blute darbieten. Damit ist aber auch der bestimmende Einfluss der Nieren auf die Harnbereitung ausgesprochen.

Die nun weiter sich aufdrängenden Fragen sind zahlreich, die wichtigsten derselben sind: warum treten gewisse Blutbestandtheile unter normalen Verhältnissen nicht in den Harn über, wodurch werden sie zurückgehalten, welche Rolle spielen dabei die einzelnen anatomischen Elemente des Nierengewebes, kommen dabei chemische Anziehungen oder physikalisch-endosmotische Verhältnisse zur Geltung, finden innerhalb der Niere selbst noch weitere Ausgleichungserscheinungen zwischen dem Secret und dem Blute der Capillaren statt, welchen Einfluss hat die wechselnde Zusammensetzung des Blutes auf Maass und Qualität der Harnabsonderung, welchen Einfluss übt dabei das Nervensystem aus.

Ergebnisse der experimental-physiologischen Forschung.

Die neuere Experimentalphysiologie, der die Lösung aller dieser Fragen zukommt, hat denselben ihre ganze Aufmerksamkeit zugewendet, und wenn es ihr bei grossem Aufwand an Mühe und Scharfsinn durch

zahlreiche Untersuchungen auch nicht gelungen ist, alle diese Fragen definitiv zu lösen, so hat sie doch wichtiges Material zu ihrer Lösung geliefert und zahlreiche Wege gelichtet, auf denen man dem erreichbaren Ziele immer näher zu kommen hoffen darf.

Die Physiologie hat Folgendes dargethan:

a. Die Absonderung ändert sich mit dem Unterschied der Spannung, welche Blut und Harn in der Niere besitzen; innerhalb gewisser Grenzen ändert sich mit dem Druckunterschied nur die Menge des abgeschiedenen Harns; jenseits dieser aber auch die Art der Stoffe, welche in den Harn übergehen.

b. Aenderungen der Nerventhätigkeit bewirken Veränderungen in der Harnabsonderung und ihrer Qualität (Verletzung des vierten Gehirnventrikels, Reizung und Durchschneidung der Nervi splanchnici und renales, galvanische Ströme, Krämpfe).

c. Die Zusammensetzung des Blutes greift unzweifelhaft bestimmend in Qualität und Quantität des Harnes ein.

d. Die Zusammensetzung des Harns ist abhängig von der Geschwindigkeit seines Abströmens aus der Niere. Der von zwei gleichschweren Nieren eines und desselben Thieres in derselben Zeit abgeschiedene Harn ist seiner Qualität und Quantität nach verschieden.

e. Die Verhältnisse des Blutstromes in den Nieren sind eigenthümliche, und bei unveränderlichem Spannungsunterschied abhängig von den Widerständen in der Niere.

f. Der Seitendruck im arteriellen System der Niere übt einen wesentlichen Einfluss auf die Harnabsonderung aus; bei erhöhter Spannung des Blutes in jenen Gefässen nimmt die Harnabsonderung zu, im umgekehrten Falle ab.

g. Nach dem histologischen Charakter der Glomeruli der Nieren, nach den Verhältnissen ihrer Gefässelemente und des darin zur Geltung kommenden Druckes erscheinen dieselben als diejenigen anatomischen Elemente der Nieren, welche die für die Secretion günstigsten Verhältnisse darbieten, und sind demgemäss mit Wahrscheinlichkeit als die wesentlich harnabsondernden Elementarorgane zu betrachten.

h. Die Erfahrung lehrt, dass die Wandungen zahlreicher Capillargefässe des thierischen Körpers für Albuminate und Fette undurchdringlich sind: diess gilt aber nur für gewisse Bedingungen.

Diese Thatsachen mit allen daran sich knüpfenden Folgesätzen reichen allerdings nicht hin, die Harnbereitung vollständig zu erklären, allein sie gestatten, auf hypothetischer Grundlage ein allgemeines Bild davon zu entwerfen.

Die consequenteste und vollständigste, namentlich für die Verhältnisse des menschlichen Organismus und der Säugethiere passende Hypothese über die Harnabsonderung ist die von C. Ludwig.

Hypothese von C. Ludwig.

Nach dieser Hypothese würde durch den Blutdruck, welcher auf der inneren Fläche der Gefässe der Glomeruli ruht, das Blutserum minus Albuminaten, Fetten und den damit verbundenen Salzen durch die Blutgefässwandungen in das Lumen der Harncanälchen eingetrieben. Die hier angelangte Flüssigkeit würde allmählich durch die Harncanälchen treten, und auf diesem Wege in endosmotische Beziehung kommen zu dem concentrirten Blute, welches in den Capillaren läuft, die jenseits der Glomeruli die Harncanälchen umspinnen. Diese Capillaren würden demnach die Bedeutung eines resorbirenden Apparates haben, der aus den Glomerulis wieder gewisse Bestandtheile der darin secernirten Flüssigkeit, namentlich einen Theil des Wassers, ins Blut zurücknähme. Diese Annahme würde erklären, warum die in den Harn übergehenden Bestandtheile in ihm in einem ganz anderen Verhältniss vorkommen, wie im Blute; da das in die Glomeruli eintretende Fluidum: Blutserum minus Albumin, Fibrin, Fette und gewisse Salze, jedenfalls sehr wasserreich ist, so wird, da auch die Häute der Harncanälchen für Albumin endosmotisch undurchdringlich sind, zunächst Wasser aus dem Secrete in das Blut der Capillaren übertreten, und zwar so lange, bis die Kraft, mit welcher das Wasser diesseits und jenseits der Membran festgehalten wird, ins Gleichgewicht gesetzt wäre; so wie dieser Punkt einträte, würden aber auch bald der Harnstoff- und Salzgehalt des Harns höher als der des Blutes, und es müsste sich die endosmotische Ausgleichung bald auch auf diese Stoffe erstrecken. Die Menge jedes einzelnen dieser Stoffe, die in den Canälchen zurückbleibt, würde demnach abhängig sein von dem Unterschied ihrer Dichtigkeit in Harn und Blut, und von der Diffusionsgeschwindigkeit, die ihr zukommt in Anbetracht des besonderen Uebergangswiderstandes, den die trennende Membran entgegensetzt.

Diese Hypothese erklärt demnach, warum die Harnbestandtheile im Harn in einem ganz anderen Verhältnisse vorkommen, wie im Blute, sie erklärt ferner, warum in das Blut eingespritztes Wasser nicht sogleich in den ausgeschiedenen Harn übergeht, da es nämlich in das Blut aus den Glomerulis zurückgenommen und erst dann mit dem Harn ausgeschieden würde, wenn sich durch eine von dem Wasser eingeleitete Diffusion zwischen Geweben und Blut die Salze des letzteren vermehrt hätten.

Mit dieser Hypothese steht die Beobachtung im Einklange, dass die Geschwindigkeit der Harnabsonderung in einer unbezweifelbaren Beziehung zum Spannungsunterschied zwischen dem Inhalte der Harn- und Blutgefässe steht. Sie widerspricht nicht den über die Diffusion als Factor der Harnbildung festgestellten Thatsachen, und erklärt vollständig, warum, wenn von zwei Nieren, die gleichzeitig und somit aus einem

gleich zusammengesetzten Blut Harn erzeugen, die eine mehr Wasser absondert, als die andere, sie gleichzeitig auch mehr Harnstoff dem Blute entnimmt; sie erklärt endlich, warum das Blut so vielerlei und so verschiedene Stoffe durch die Nieren ausscheidet und nur wenige zurückhält.

Hypothese von Bowman.

Eine andere Hypothese über die Harnbereitung ist die sogenannte Anziehungshypothese von Bowman. Nach dieser Hypothese ziehen die Epithelialzellen der Harncanälchen die Harnbestandtheile aus dem Blute an, und werden selbe dann aus diesen Zellen durch das Wasser, welches aus den Glomerulis abgeschieden wird, ausgewaschen. Entscheidende Beweise für die Existenz einer derartigen Anziehung fehlen vollständig, während anderseits mehrfache Beobachtungen gegen die Bowman'sche Hypothese sprechen (Heynsius, Schwarz).

Beide Hypothesen lassen die Frage unerledigt, warum unter normalen Bedingungen Albuminate, Zucker, Fette u. s. w. in den Harn nicht übergehen, und wodurch ihr Uebergang unter pathologischen Verhältnissen vermittelt wird. Dass die Membranen gewisser Capillargefässe für diese Stoffe endosmotisch undurchdringlich sind, ist keine Erklärung, denn eine solche verlangt den Nachweis des letzten Grundes dieser Erscheinung, so wie den Nachweis, warum unter anderen Bedingungen diese Stoffe durch die Nieren passiren. Diese Fragen sind auch nach den Untersuchungen von Heynsius, der den Grund des Nichterscheinens des Albumins im Harn in der freien Säure des Nierengewebes sucht, als unerledigt zu betrachten, wenngleich die Mitwirkung chemischer Kräfte an und für sich wahrscheinlich ist.

Uebertritt von Albumin in den Harn.

Sicher ist es, dass die Niere nicht als solche dem Albumin den Uebertritt wehren kann, sondern nur unter gewissen Bedingungen. Dass aber unter den letzteren die Zusammensetzung des Blutes eine wichtige Rolle spielt, beweist der Umstand, dass nach Versuchen an Thieren der Harn sofort eiweisshaltig wird, wenn das Blut plötzlich mit viel Wasser verdünnt wird (Kierulf, Hartner, Hermann). Eine ähnliche Wirkung hat aber Injection von gereinigter Galle in das Blut, oder von Substanzen, die die Blutkörperchen auflösen. — Bemerkenswerth ist ferner, dass wenn statt reinen Wassers eine Kochsalzlösung injicirt wird, kein Albumin im Harn erscheint, so wie damit in offenbarem Zusammenhange stehend Wundt gefunden hat, dass bei Ausschluss des Kochsalzes aus der Nahrung der Harn eiweisshaltig wird. Dass aber der Uebergang gewisser Stoffe, wie Albumin, Zucker u. s. w., in den Harn nicht ausschliesslich von der Blutzusammensetzung abhängig ist, ergiebt sich daraus, dass der Harn auch eiweisshaltig werden kann durch eine Steigerung des Blutdruckes bis über eine gewisse Grenze hinaus, dass er zucker- und eiweisshaltig wird nach Verletzung des vierten Gehirnventrikels, Reizung und Durchschneidung der N. splanchnici und renales, durch Nervenwirkungen anderer Art, wobei der Modus der Wirkung allerdings keineswegs klar ist. Unaufgeklärt bleibt endlich, warum die

im Nierengewebe selbst gebildeten Stoffe, wie Cystin, Inosit, Taurin u. s. w., nicht in den Harn übergehen, und wodurch ihr Uebergang unter pathologischen Bedingungen vermittelt wird.

Diejenigen, welche sich eine nähere Kenntniss von dem Standpunkte der in Obigem kurz angedeuteten physiologischen Fragen verschaffen wollen, müssen wir auf die Lehrbücher der Physiologie, namentlich aber auf C. Ludwig's Lehrbuch der Physiologie verweisen.

Die physiologische Bedeutung des Harns bedarf nach den im ersten Abschnitte und anderen Stellen dieses Werkes über den Stoffwechsel gegebenen Erläuterungen keiner weiteren Auseinandersetzung.

Zur vergleichenden Chemie des Harns.

Das Wesentliche, was wir über die Zusammensetzung des Harns verschiedener Thiere und Thierclassen wissen, ist kurz gefasst Folgendes: *Harn von Thieren.*

Der Harn der Carnivoren ist dem des Menschen am ähnlichsten. Er ist in frischem Zustande klar, lichtgelb, von saurer Reaction und enthält dieselben Bestandtheile wie der Harn des Menschen. Er enthält namentlich viel Harnstoff, aber wenig Harnsäure. *Harn der Carnivoren.*

Der Harn der Hunde enthält Kynurensäure, Harnstoff und häufig Gallenfarbstoff, aber keine Harnsäure. *Hundeharn.*

Der Harn des Schweines ist vollkommen klar, deutlich alkalisch und enthält häufig kohlensaure Alkalien; er trübt sich beim Kochen, indem dabei die doppelt-kohlensauren Alkalien in einfach-kohlensaure übergehen. Harnsäure und Hippursäure scheinen zu fehlen, dagegen enthält er Harnstoff. *Schweineharn.*

Der Harn der Herbivoren ist trübe, lehmicht gelb gefärbt, und von unangenehmem Geruch und stark alkalischer Reaction. Er enthält Harnstoff, Hippursäure, aber wenigstens für gewöhnlich keine Harnsäure, viel kohlensaure Alkalien und kohlensaure Erden, dagegen nur sehr geringe Mengen von phosphorsauren Salzen. *Harn der Herbivoren.*

Im Harn der Kühe wurden ausserdem Damol-, Damalur- und Taurylsäure nachgewiesen. *Kuh- und Pferdeharn.*

Der Pferdeharn ist gewöhnlich schon frisch gelassen trübe, und färbt sich an der Luft bald dunkel; er reagirt stark alkalisch und enthält kohlensaure Alkalien und alkalische Erden, concentrirt scheidet er oft in grosser Menge Krystalle von hippursaurem Kalk ab; auch oxalsaurer Kalk findet sich im Pferdeharn, und zuweilen statt der Hippursäure eine stickstoffhaltige harzige Substanz. So wie er zu faulen beginnt, enthält er keine Hippursäure mehr, sondern Benzoësäure.

Geniessen Carnivoren rein vegetabilische Nahrung, so nimmt ihr

Harn alle Charaktere des Harns pflanzenfressender Thiere an; er wird trübe, alkalisch, enthält kohlensaure Salze und Hippursäure, und die Harnsäure sowie die phosphorsauren Salze verschwinden; werden umgekehrt Pflanzenfresser mit animalischer Nahrung genährt, so nimmt ihr Harn die Charaktere des Harns der Carnivoren an. Dieser Einfluss der Nahrung ergiebt sich auch aus der Differenz in der Natur des Harns bereits gefütterter und noch säugender Kälber. Während ersterer in jeder Beziehung mit dem Harn der Herbivoren übereinstimmt, ist der Harn noch säugender Kälber klar, von lichtgelber Farbe, von stark saurer Reaction, und enthält neben Harnstoff Harnsäure, Kreatinin, phosphorsaure Erden und ausserdem Allantoin.

Harn noch säugender Kälber.

Allantoisflüssigkeit der Kühe.

Aehnlich zusammengesetzt ist die Allantoisflüssigkeit der Kühe; diese letztere soll aber ausserdem noch Albumin und Traubenzucker enthalten.

Harn der Vögel.

Der Harn der Vögel und der Schlangen ist sehr reich an Harnsäure und an harnsauren Salzen. Der Harn der Vögel, der den meist weissen Ueberzug auf den Excrementen dieser Thiere bildet, besteht im Wesentlichen aus saurem harnsauren Ammoniak, harnsaurem Kalk und freier Harnsäure. Harnstoff soll in jenem der fleischfressenden vorkommen, in dem der pflanzenfressenden dagegen fehlen.

Harn der Schlangen.

Der Harn der Schlangen ist ein wenig gefärbtes Liquidum, welches gleich nach der Ausleerung zu einer weissen erdigen Masse erstarrt. Dieselbe besteht im Wesentlichen aus Harnsäure, sauren harnsauren Salzen von Kali, Natron und Ammoniak, etwas Harnstoff und wenig phosphorsaurem Kalk.

Harn der Frösche.

Der Harn der Frösche enthält Harnstoff, Chlornatrium und etwas phosphorsauren Kalk.

Harn der Schildkröten.

Im Harn der Schildkröten wurden Harnstoff, Hippursäure, Harnsäure, Chlorverbindungen, schwefelsaure Salze und eine Spur von Phosphorsäure gefunden.

Der Harn der Schmetterlinge und Raupen enthält vorzugsweise Harnsäure, wie denn überhaupt der Nachweis der letzteren bis zu den untersten Classen der Wirbellosen für die Existenz von harnbereitenden Organen geltend gemacht wurde. Der rothe Farbstoff der Excremente der Schmetterlinge ist ein öliger sich in Wasser in Tröpfchen ausscheidender Körper.

Der Harn der Spinnen enthält Guanin.

Literatur zur Chemie des Harns. Dieselbe ist so ausserordentlich umfangreich, dass es am Geeignetsten erscheint, auf jene allgemeine Werke zu verweisen, in welchen mehr oder weniger vollständige Literaturangaben enthalten sind, im Uebrigen aber auf einige Originalquellen Bezug zu nehmen. Bezüglich der chemischen Verhältnisse vgl. Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858. S. 306., dann die

Jahresber. über Anat. u. Physiol. von Henle und Meissner für 1858 u. 1859, von Scherer über physiolog. Chemie für 1858 u. 1859; — bezüglich der physiologischen Verhältnisse: C. Ludwig: Lehrb. der Physiologie 2te Aufl. 1860. Bd. II. S. 373, die oben erwähnten Jahresberichte und die jüngst erschienene Schrift: C. Voit: Untersuch. über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. München 1860; — bezüglich der pathologischen Verhältnisse: J. Vogel u. Neubauer: Anleitung zur qualitat. u. quantitat. Analyse des Harns 3te Aufl. 1858. zweite Abth. von J. Vogel.

Vergl. übrigens auch die resumirenden Artikel über Harn in Schmidt's Jahrb. f. die ger. Medicin. Jahrgang 1859 und 1860, und: N. Iwanoff: Beiträge zu der Frage über die Glycosurie etc. Dissert. Dorpat. 1861.

b) Thierische Gewebe und Organe.

Wir geben in Nachstehendem in kurzen Grundzügen das über die chemischen Verhältnisse der Gewebe und Organe thatsächlich Festgestellte. Unter den chemischen Verhältnissen verstehen wir aber keineswegs mikrochemische Reactionen, die in zahlreichen Fällen für den Histologen sicherlich von hohem Werthe sind, aber für Feststellung der chemischen Natur der Gewebe entweder gar keine oder eine nur sehr untergeordnete Bedeutung haben, sondern das, was über die chemische Natur der Gewebe im Sinne des Chemikers ermittelt ist. Wir müssen ferner die Kenntniss der histologischen Verhältnisse der betreffenden Gewebe und Organe unbedingt als bekannt voraussetzen; wer mit diesen unbekannt ist, kann unmöglich die chemischen Thatsachen irgendwie verwerthen. Wir haben die histologischen Verhältnisse ganz übergangen, von der Voraussetzung ausgehend, dass Niemand aus einer Beschreibung histologische Thatsachen verstehen lernen wird, dass vielmehr Histologie nur am Mikroskopir-Tisch gelernt werden kann.

Wir haben ferner auch bei den Geweben zunächst den Organismus des Menschen und der höheren Säugethiere als Ausgangspunkt genommen, und geben das vergleichend-chemische Material nur anhangsweise und subsidiär.

I. Chemie des Knochengewebes.

Das Knochengewebe als Ganzes betrachtet, demnach die eigentliche Knochensubstanz mit Zellen und Grundmasse, und die Markbehälter, deren Inhalt nicht vollständig bei der chemischen Untersuchung eliminirt werden kann, besteht aus folgenden mehr oder weniger genau chemisch charakterisirten Stoffen:

Chemische Bestandtheile.

Knorpelsubstanz: Ossein, Fett, nichtleimgebende eiweissartige Materien in geringer Menge, welche aber keineswegs

auf die Grundsubstanz der Knochen, sondern auf die Blutgefässe der Knochen und auf die Zellen- und Röhrenmembranen der Knochenkörperchen und ihrer Ausläufer, sowie auf die Inhaltsmassen der Markräume zu beziehen sind, dreibasisch-phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Bittererde, kohlensaurer Kalk, Fluorcalcium, Chlorverbindungen; — schwefelsaure Alkalien und Eisen, die bei Knochenanalysen gewöhnlich in geringer Menge gefunden werden, gehören der eigentlichen Knochenmasse wahrscheinlich ebenso wenig an, wie die nichtleimgebenden eiweissartigen Materien, sondern stammen von den die Knochen durchdringenden Säften.

Der frische Knochen enthält ausserdem Wasser.

Demnach kann man ganz allgemein die Knochen aus einer leimgebenden Grundlage: dem Knochenknorpel und aus anorganischen Salzen bestehend betrachten, welche letztere man unter dem Namen Knochenerde collectiv zusammenzufassen pflegt.

Die Art, wie im Knochengewebe die mineralische Grundlage mit der organischen vereinigt ist, wurde bisher verschieden ausgelegt. Man hat theils eine rein mechanische Ablagerung der Knochensalze in die organische Grundlage: den noch nicht ossificirten Knorpel, angenommen, theils eine wirkliche chemische Vereinigung. Die erstere Annahme ist aber jedenfalls die besser begründete, und wird namentlich dadurch gestützt, dass man dem Knochen durch Behandlung mit Säuren sämmtliche Knochenerde, mit Alkalien dagegen und durch Calciniren die organische Substanz entziehen kann, ohne die Structur des Knochens wesentlich zu beeinträchtigen.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Allgemeines chemisches Verhalten. Werden Knochen längere Zeit mit verdünnter Salzsäure und Salpetersäure unter öfterem Wechsel der Säure digerirt, so wird nach und nach alle Knochenerde aufgelöst, und es bleibt die organische Grundlage des Knochens: der Knochenknorpel, unter völliger Beibehaltung der ursprünglichen Form des Knochens zurück. Behandelt man Knochen in der Wärme mit verdünnter Salzsäure, so entweicht Kohlensäuregas, und der Knochen wird dadurch gewissermaassen von innen heraus zersprengt, so dass er sich in faserige, der Länge nach ablösbare Lamellen zertheilt. Wenn man Knochen verbrennt, so zerstört bei hinreichend langer Einwirkung die Hitze sämmtliche organische Substanzen, und es bleibt die Knochenerde zurück, die ebenfalls, so lange keine äussere Gewalt einwirkt, die Form des ursprünglichen Knochens beibehält.

Verhalten des Knochenknorpels,

Der Knochenknorpel, so wie er durch Extraction von Knochen mit verdünnter Salzsäure erhalten wird, ist im feuchten Zustande biegsam und elastisch, gelblich durchscheinend; beim Trocknen aber wird er hart, jedoch wenig spröde. Ist der Knochen mit Säure vollständig erschöpft, so hinterlässt er nur sehr wenig Asche. Durch Kochen mit Wasser geht er vollständig in Knochenleim (Glutin) über, der junger Individuen rascher wie der älterer (Fremy), auch soll die Umwandlung durch die Gegenwart einer Säure sehr beschleunigt werden.

Der Knochenknorpel stimmt in seiner Elementarzusammensetzung mit jener des daraus dargestellten Glutins vollkommen überein (s. S. 148), und ist identisch bei den verschiedenen Thierclassen, bei Individuen verschiedenen Alters, und in krankhaft veränderten Knochen.

Embryonale Knochen des Kalbes (Schwann) und des Kaninchens (Hoppe) geben aber bis zu den letzten Perioden des Intra-uterinlebens keinen Leim; es ist demnach ihre organische Grundlage von dem Osseïn wesentlich verschieden. Auch in den Knochen einiger Wasservögel und in den Gräten einiger Fische fand Fremy eine mit dem Knochenknorpel isomere Substanz, die aber beim Kochen mit Wasser keinen Leim gab.

Fossile Knochen enthielten in einigen von v. Bibra beobachteten Fällen keinen unveränderten Knochenknorpel mehr, sondern eine Substanz, die sich wie bereits fertiger Leim verhielt. Sie zerfloss bereits bei 37 bis 40° C. in eine leimähnliche Masse, die in Wasser zu einer zitternden Gallerte aufquoll.

Verhalten des Fetts und Knochenmarks.

Das Fett der Knochen ist ebenso wenig wie das Knochenmark näher studirt. Das Knochenfett scheint im Allgemeinen mit dem vorherrschenden Körperfette des Thieres übereinzustimmen, nur ist es reicher an Oelsäureglycerid, daher weicher und leichter schmelzbar. In den Diaphysen der Röhrenknochen ist es noch am festesten, doch immerhin sehr weich. Das Knochenmark besteht vorwiegend ebenfalls aus Fett (an 96 Proc. nach einer Analyse von Berzelius), enthält aber ausserdem Bindegewebe, in welchem das Fett eingeschlossen ist, und Gefässe. Wasser zieht aus dem Knochenmark Materien aus, welche mit denjenigen übereinstimmen, die kaltes Wasser aus Ochsenfleisch aufnimmt (Berzelius). Diese Angaben beziehen sich zunächst auf das blassgelbe ziemlich consistente Mark der Röhrenknochen; die die Zellenräume der spongiösen Knochen ausfüllende Masse ist weich, halbflüssig und meist von röthlicher oder völlig rother Farbe. Diese Substanz enthält Albumin, und neben den nicht näher charakterisirten extractartigen Materien eine freie organische Säure (Berzelius); ob diese Säure wirklich, wie Berzelius annahm, Milchsäure ist, wäre erst zu ermitteln, doch ist es nicht unwahrscheinlich.

der Knochenerde.

Die Knochenerde: die anorganischen Bestandtheile der Knochen, sowie sie beim Calciniren der letzteren zurückbleiben, ist ein Gemenge von phosphorsauren und kohlensauren alkalischen Erden mit Spuren von Fluor; die Basen sind Kalk, und untergeordnet Bittererde, und zwar gilt dieses für die Knochenerde der verschiedenen Thierclassen, für Individuen verschiedenen Alters u. s. w.

Eine Divergenz der Ansichten bestand über die Formel des in der Knochenerde enthaltenen phosphorsauren Kalks. Berzelius stellte dafür die Formel $8\,CaO, 3\,PO_5$ auf, die auch von v. Bibra bei seinen zahlreichen Untersuchungen durchwegs angenommen ist, W. Heintz dagegen und H. Rose entschieden sich nach ihren Untersuchungen für die Formel $3\,CaO, PO_5$. In jüngster Zeit hat Recklingshausen es wieder in Frage

gestellt, ob die gesammte Phosphorsäure junger Knochen als dreibasisches Kalksalz existirt, indem er bei jungen Menschenknochen constant weniger Kalk fand, als dieser Annahme entspricht. Damit übereinstimmend, hat Scherer in den Knochen phosphorsauren Kalk von der Formel $2CaO, HO.PO_5$ aufgefunden.

Die Kohlensäure ist, wenigstens erscheint diess nach den Ergebnissen einiger Versuche wahrscheinlich, nur an Kalk gebunden; in den ächten Knochen tritt der kohlensaure Kalk gegen den phosphorsauren sehr zurück, beträgt aber gewöhnlich mehr, als die Gesammtmenge der übrigen Bestandtheile der Knochenasche. Die Magnesia ist als phosphorsaure Magnesia in der Knochenerde enthalten, wenigstens erscheint es zweifelhaft, ob ein Theil derselben auch an Kohlensäure gebunden ist.

Der Gehalt frischer und normaler Knochen an Fluorcalcium, in neuerer Zeit nur von O. Rees bestritten, ist jetzt nach vielfachen Untersuchungen der genauesten Beobachter eine mit Sicherheit constatirte Thatsache, zugleich aber unterliegt es keinem Zweifel, dass der Fluorgehalt fossiler Knochen in der Regel ein viel bedeutenderer ist, wie der frischer Knochen. In den Knochen vorweltlicher Thiere (Hydrarchos, Anoplotherium etc.) hat man an 16 Proc. Fluorcalcium gefunden, und da man auch gefunden haben wollte, dass der Fluorgehalt fossiler Knochen mit ihrem Alter zunehme, glaubte man das letztere nach dem Fluorgehalte abschätzen zu können. Allein auch fossile Knochen nachweisbar hohen Alters enthalten zuweilen kaum bedeutendere Fluormengen wie frische.

Ueber die Deutung des ansehnlichen Fluorgehaltes fossiler Knochen ist man ebenfalls nicht einig. Liebig nimmt an, dass die fossilen Knochen schon im frischen Zustande dieselben Fluormengen enthielten, und dass die Thiere demgemäss mehr Fluormetalle in ihrer Nahrung aufnahmen, oder grössere Fähigkeit zu dessen Aneignung besassen.

Middleton dagegen lässt eine Anhäufung des Fluorcalciums durch Wasserinfiltration geschehen, indem das Wasser unter Mitwirkung der Kohlensäure fort und fort geringe Mengen des Salzes aus dem Boden aufnehme, und in den Knochen wieder absetze. Ebenso gut könnte man aber eine durch das Wasser bewirkte Auslaugung des Fluorcalciums neben relativ mehr phosphorsaurem Kalk aus den Knochen annehmen.

In krystallisirter Form sind bisher die anorganischen Bestandtheile frischer Knochen noch niemals aufgefunden. Es scheint, als ob das Osseïn durch seine molekulare Zwischenlagerung die Krystallbildung an dem phosphorsauren und kohlensauren Kalk hindert (Schlossberger).

Dagegen hat man an lange begrabenen Menschenknochen (Girardin), sowie an fossilen Thierknochen zuweilen oberflächliche Anlagerung von Apatitkryställchen angetroffen.

In den ältesten fossilen Knochen ist die thierische Grundlage zuweilen völlig verschwunden, und durch fremde später eingedrungene Materien ersetzt, wodurch eine wahre Versteinerung des Knochens entsteht.

Auf diese Weise erklärt sich der bedeutende Thonerde- und Kieselerdegehalt fossiler Knochen. In den Röhrenknochen eines in einem alten Schachte gefundenen Menschenskeletts beobachtete Haidinger krystallisirten Vivianit.

Quantitative Zusammensetzung der Knochen.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Zusammensetzung der getrockneten Knochen bietet weder bei verschiedenen Individuen unter verschiedenen physiologischen Bedingungen, noch bei verschiedenen Thierclassen so bedeutende Verschiedenheiten dar, wie wir sie bei den thierischen Flüssigkeiten kennen gelernt haben; zahlreiche Analysen geben dafür unzweifelhafte Belege. Wir heben daher zunächst nur einige Analysen verschiedener Knochen erwachsener Menschen aus einer grossen Menge heraus, um von ihrer Zusammensetzung ein Bild zu geben:

In 100 Theilen	Heintz	v. Bibra					
	Femur eines Weibes	Mann v. 25 bis 30 Jahr.			Weib v. 25 J.		Knabe v. 2 M.
		Femur	Humerus	Os occipitis	Matacarpus	Clavicula	Atlas
Organische Substanz	28,76	31,03	30,56	31,27	31,12	32,49	35,92
Knochenerde	71,24	68,97	69,44	68,73	68,88	67,51	64,08
Phosphorsaurer Kalk . . .	60,13	} 59,63	59,87	58,43	57,77	56,35	56,35
Fluorcalcium	3,52						
Kohlensaurer Kalk	6,36	7,33	7,76	8,00	8,92	8,88	6,06
Phosphorsaure Bittererde .	1,23	1,32	1,09	1,40	1,58	1,69	1,00
Chlornatrium etc.	—	0,69	0,72	0,90	0,61	0,59	1,65
Fett	—	1,33	1,28	1,35	1,89	1,83	1,01
Osseïn	28,76	29,70	29,28	29,92	29,23	30,66	34,92

Im Allgemeinen ergiebt sich aus einer näheren Vergleichung dieser Zahlen, dass die Zusammensetzung der verschiedenen Knochen selbst verschiedener Individuen nur geringe Differenzen zeigt. Doch machen sich dieselben innerhalb enger Grenzen geltend: a) zwischen Röhrenknochen und unregelmässigen: platten, breiten und kurzen Knochen,

b) zwischen compacten und spongiösen Knochen. Die Unterschiede beziehen sich auf das Verhältniss der organischen Substanz zur Knochenerde.

Abhängigkeit der Zusammensetzung von der Art der Knochen.

In ersterer Beziehung sind die Röhrenknochen reicher an Knochenerde wie die kurzen Knochen, und unter den Röhrenknochen selbst nimmt, wie es scheint, der Femurknochen die erste Stelle ein. Doch erleidet diese Regel zahlreiche Ausnahmen, wie schon aus obiger Tabelle zu ersehen ist, und es beziehen sich diese Ausnahmen besonders auf den Humerus. Dagegen sind die langen Extremitätenknochen überall reicher an Erdsalzen, als die kurzen Knochen des Rumpfs, und die Metacarpus- und Metatarsusknochen. Die Schädelknochen schliessen sich häufig an die Röhrenknochen an; so wurde im Os occipitis und im Felsenbein mehrmals dieselbe oder sogar eine etwas höhere Zahl für die Knochenerde gefunden, als für die Röhrenknochen. Nachstehende Tabelle erläutert diese Verhältnisse:

In 100 Theilen	Humerus	Tibia	Sternum	Patella	Vertebra lumbal.	Os parietale	Pars petr. oss. temp.
Knochenerde	68,3	65,5	64,7	63,7	60,5	68,3	70,2
Organische Substanz	31,7	34,5	35,3	36,3	39,5	31,5	29,8

Die ausgehobenen Zahlen sind Analysen von Frerichs entlehnt.

Spongiöse und compacte Knochensubstanz.

Die vergleichenden Analysen der compacten und spongiösen Knochensubstanz ergeben für erstere ein nicht unbedeutendes Vorwiegen der anorganischen Bestandtheile, welches sich aber nur auf den phosphorsauren Kalk bezieht, denn der kohlensaure Kalk ist in der spongiösen Substanz in grösserer (nach v. Bibra in bedeutend grösserer) Menge vorhanden, wie in der compacten. Diese Verhältnisse erläutern die nachstehenden Analysen von Frerichs und von v. Bibra:

In 100 Theilen	v. Bibra		Frerichs			
	Femur compacte Substanz	Femur spongiöse Substanz	compacte S.		spongiöse S.	
			I.	II.	I.	II.
Anorganische Substanz . .	68,53	64,18	68,5	69,5	61,8	62,6
Organische Substanz . . .	31,47	35,82	31,5	30,5	38,2	37,4
Phosphorsaurer Kalk . . . / Fluorcalcium	58,23	42,82	58,7	59,5	50,2	51,4
Kohlensaurer Kalk	8,35	19,37	10,1	9,4	11,7	10,9
Phosphorsaure Bittererde .	1,03	1,00	—	—	—	—
Lösliche Salze	0,92	0,99	—	—	—	—
Osseïn	31,47	35,82	31,5	30,5	38,2	37,4

Schlossberger macht mit Recht darauf aufmerksam, dass der Schluss, weil in der spongiösen Substanz weniger anorganische Stoffe enthalten seien, müsse dieselbe reicher an Knorpelsubstanz sein, ein trügerischer sein könne, da der Ueberschuss an organischer Materie im spongiösen Knochen höchst wahrscheinlich von der viel grösseren Entwickelung des Markgewebes und der Blutgefässe herrühre. Bei möglichst vollständiger Entfernung der accessorischen Theile der spongiösen Substanz fand v. Recklingshausen keineswegs so bedeutende Differenzen, wie sie sich aus obigen Zahlen ergeben, so dass Schlossberger mit der Ansicht im Rechte sein dürfte, dass die eigentliche Knochenmasse wohl in beiden Substanzen einerlei Zusammensetzung haben möge.

Einfluss des Alters.

Den Einfluss, welchen das Alter der Individuen auf die Zusammensetzung der Knochen ausübt, hat man früher bedeutend überschätzt. Je zahlreichere Analysen zur Erledigung dieser Frage angestellt wurden, desto schwankender wurde dieselbe, so dass gegenwärtig von einigen Physiologen und Chemikern auf Grund ihrer eigenen und fremder Beobachtungen der Einfluss des Alters sogar völlig in Abrede gestellt wird (Lehmann, v. Recklingshausen). Dass bis zu jener Periode, wo der Knochen seine völlige Ausbildung und Festigkeit erlangt hat, demnach bis zu einer bestimmteu Altersstufe, der Knochen an Mineralsubstanz reicher wird, ist ein nothwendiger Folgesatz der Entwickelungsgeschichte des Knochens. Aber es ist bis jetzt von keinem Knochen mit Sicherheit nachgewiesen, wann er die Grenze der Zunahme an Mineralsubstanz erreicht, und ob überhaupt eine solche mit einer gewissen Altersstufe gegeben ist. Namentlich bestätigt sich ein höherer Gehalt der Knochen von Greisen an Knochenerde als Regel durchaus nicht, und v. Bibra's Analysen weisen zwar häufig eine Vermehrung der Knochenerde in alten Knochen nach, aber sie ergeben auch auffallende Ausnahmen, die zeigen, wie viel Individuelles, zum Theil auch wohl Pathologisches, hier mit unterläuft. Unter diesen Verhältnissen verdient die Bemerkung v. Recklingshausen's, dass von jungen Knochen die accessorischen Theile viel schwieriger zu trennen sind, alle Beachtung.

Einfluss des Geschlechtes.

Dafür, dass das Geschlecht auf die Zusammensetzung der Knochen einen bemerkbaren Einfluss nicht ausübe, sprechen übereinstimmend alle Beobachtungen.

Einfluss der Nahrung.

Ein Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen ist nur bei Thieren und auch hier nur insofern nachgewiesen, dass, wenn dem Organismus in der Nahrung nicht eine zum Ersatze hinreichende Menge von phosphorsauren Erden dargeboten wird, die Entwickelung des Knochens darunter leidet. Durch Darreichung an Kalksalzen armen Futters brachte Chossat bei Tauben Knochenerweichung hervor, und v. Bibra beobachtete, dass eine Henne bei einem gewissen Futter, sobald sie nur sehr dünnschalige Eier legte, in ihren Knochen weniger Kalksalze enthielt, als dieselben Knochen einer zweiten Henne derselben Brut enthielten, der neben demselben Futter noch gestattet war Mörtel zu fressen.

Wassergehalt der frischen Knochen.

Bezüglich des Wassergehaltes der frischen Knochen sind von Stark zahlreiche Bestimmungen ausgeführt. In den platten spongiösen Knochen fand er 12 bis 30 Proc., in der compacten Substanz 3 bis 7 Proc. Wasser.

Pathologische Veränderungen.

Pathologische Veränderungen. Fast bei allen die Knochen betreffenden pathologischen Processen werden die anorganischen Bestandtheile dem Knochen früher und in grösserer Menge entzogen, als die organische Materie, es überwiegt daher in pathologischen Knochen die letztere mehr oder weniger bedeutend. Bei theilweiser Verödung des Knochengewebes werden die gebildeten Höhlungen gewöhnlich mit flüssigem Fett ausgefüllt; kehrt der Zustand wieder zur Norm zurück, so behalten, obgleich neue Knochenmasse abgelagert wird, die organischen Stoffe ein Uebergewicht; daher kommt es, dass bei Sklerosen sich in den sklerosirten Knochen mehr organische Materie vorfindet, wie in normalen. In dem Verhältniss des phosphorsauren zum kohlensauren Kalk scheint bei den meisten Knochenkrankheiten eine Aenderung nicht stattzufinden; eine Ausnahme hiervon machen Osteophyten und Knochenneubildungen, wo der kohlensaure Kalk im Verhältniss zum phosphorsauren etwas vermehrt ist.

Das Osseïn pathologischer Knochen ist in der Regel mit dem normalen identisch, doch haben Marchand und Lehmann einigemale aus rhachitischen Knochen durch Kochen mit Wasser kein wahres Glutin erhalten.

Bedeutend ist die Verminderung der anorganischen Bestandtheile des Knochens bei Rhachitis und bei Craniotabes der Kinder (wohl nur einer localisirten Rhachitis), noch bedeutender aber bei Osteomalacie, wie die nachstehenden Analysen veranschaulichen.

In 100 Theilen	Rhachitis			Craniotabes Schlossberger		
	Femur Marchand	Tibia Lehmann	Humerus Ragsky	I.	II.	III.
Anorganische Substanz . .	20,60	33,64	18,88	51,50	52,32	51,88
Organische Substanz . . .	79,40	66,36	81,12	48,50	47,68	48,12
Phosphorsaurer Kalk . . .	14,78	26,94	} 15,60	} 45,54	43,05	46,18
Phosphorsaure Bittererde .	0,80	0,81				
Kohlensaurer Kalk	3,00	4,88	2,66	4,32	6,40	5,75
Lösliche Salze	1,02	1,08	0,62	—	—	—
Fett	7,20	6,22		0,87	} 47,68	1,50
Osseïn	72,20	60,14	} 81,12	47,62		46,62
Fluorcalcium und Verlust .	1,00	0,99		—	2,87	—

Bei der Osteomalacie nimmt nicht nur allein der Gehalt der Knochen an anorganischen Salzen bedeutender ab, wie bei irgend einer anderen Knochenkrankheit, sondern es geht auch ein grosser Theil des Osseïns unter, dagegen ist das Fett ausserordentlich vermehrt. Die organische Substanz osteomalacischer Knochen giebt beim Kochen mit Wasser zuweilen Glutin, zuweilen aber auch nicht, ist demnach in ihrer Natur wesentlich verändert. Häufig reagirt die in den osteomalacischen Röhrenknochen enthaltene Flüssigkeit deutlich saüer, und C. Schmidt wies in einem Falle eine bedeutende Menge freier Milchsäure nach. Beispiele der Zusammensetzung osteomalacischer Knochen giebt nachstehende Tabelle.

Knochen bei Osteomalacie.

In 100 Theilen	Osteomalacie				
	Wirbel Bostock	Rippen Prösch	Femur Boyser	Femur Lehmann	Femur v. Bibra
Anorganische Substanz . .	20,25	38,60	30,23	24,31	55,73
Organische Substanz . . .	79,75	61,40	69,77	75,69	44,27
Phosphorsaurer Kalk . . .	13,60	33,60	23,50	18,83	46,79
Phosphorsaure Bittererde .	0,82	—	5,07	0,54	1,20
Kohlensaurer Kalk	1,13	4,60	0,97	3,83	6,37
Lösliche Salze	4,70	0,40	0,69	0,48	1,37
Fett	—	11,63	—	34,15	13,28
Ossein	79,75	49,77	69,77	41,54	30,99
Fluorcalcium und Verlust .	—	—	—	0,68	—

Zur vergleichenden Chemie der Knochen. Alle bisherigen Angaben bezogen sich auf die Knochen des Menschen. Was nun die chemische Zusammensetzung der Thierknochen anbelangt, so liegen darüber umfassende Untersuchungen von Fremy und insbesondere von v. Bibra vor. Im Allgemeinen ist das Resultat dieser Untersuchungen, dass die Knochen der Thiere und des Menschen eine sehr ähnliche Zusammensetzung besitzen; auch die Knochen verschiedener Thierclassen zeigen grosse Uebereinstimmung, die in den meisten Fällen so weit geht, dass es gegenwärtig unmöglich erscheint, aus der chemischen Analyse eines Knochens auch nur die Thierclasse, geschweige denn die Familie oder Gattung des Thieres zu erkennen.

Zur vergleichenden Chemie der Knochen.

Bei den Säugethieren sind die Knochen der Herbivoren etwas reicher an kohlensaurem Kalk, als die der Carnivoren, besonders reich an kohlensaurem Kalk sind aber die Knochen der Pachydermen und Cetaceen.

Die Knochen der Vögel enthalten mehr anorganische Substanz wie die der Säugethiere, besonders reich an Erden sind die Knochen der Scharrvögel. Die Knochen der körnerfressenden Vögel enthalten ausserdem immer etwas Kieselerde; dass die Höhlungen der Knochen der Vögel Luft führen, ist bekannt. Auch scheinen die Vögelknochen durchschnittlich mehr Wasser zu enthalten, wie die Säugethierknochen.

Die Knochen der Amphibien sind ärmer an anorganischer Substanz, wie die Knochen der Säugethiere; ihre Asche enthält immer schwefelsaures Natron.

Noch ärmer an Mineralstoffen sind die Knochen der Fische, auch ihre Asche enthält schwefelsaures Natron; sie sind ausserdem sehr fettreich und enthalten mehr Wasser wie alle übrigen Knochen.

Es folgen einige Analysen von Thierknochen:

In 100 Theilen	Sciurus vulg., Femur v. Bibra	Ovis Arces, Femur v. Bibra	Bos Taurus, Femur v. Bibra	Equus Caball., Femur v. Bibra	Felis Catus, Femur v. Bibra	Felis Leo, Costa v. Bibra	Columba turtus, Femur v. Bibra	Lacerta agilis, Femur v. Bibra	Cyprinus Carpis, Rückenwirbel v. Bibra
Anorganische Substanz .	69,74	69,62	69,00	68,90	68,59	57,94	86,99	53,33	45,54
Organische Substanz . .	30,26	30,38	31,00	31,10	31,41	42,06	13,01	46,67	54,46
Phosphorsaurer Kalk . .	57,03	55,94	54,07	54,37	60,58	54,42	82,09	45,84	40,31
Kohlensaurer Kalk . . .	10,45	12,18	12,71	12,00	5,90	1,82	3,30	5,70	3,62
Phosphorsaure Bittererde	1,36	1,00	1,42	1,83	1,61	0,97	1,00	1,02	0,80
Lösliche Salze	0,90	0,50	0,80	0,70	0,50	0,73	0,60	1,13	0,81
Knorpelsubstanz	29,46	29,68	29,09	27,99	31,01	41,43	12,21	42,39	45,46
Fett	0,80	0,70	1,91	3,11	0,40	0,63	0,80	4,28	9,00

Zu dieser Tabelle haben wir jedoch zu bemerken, dass die Zahlen aus den zahlreichen Analysen v. Bibra's als diejenigen, welche die oben entwickelten Sätze am Prägnantesten erläutern, ausgehoben sind. Nicht bei allen Analysen tritt nämlich das Verhältniss so klar zu Tage.

Schuppen der Fische.

Die Schuppen der Fische schliessen sich ihrem chemischen Charakter nach den Knochen an; sie enthalten dieselben Bestandtheile, aber mehr organische Substanz als die letzteren. Die organische Substanz hat nach Fremy dieselbe Zusammensetzung wie jene der Knochen, und wird beim Kochen mit Wasser in Leim verwandelt.

Auch hier wird eine Tabelle die quantitativen Verhältnisse am Uebersichtlichsten erläutern.

In 100 Theilen	Lepisostra Fremy	Coffrefisch Fremy	Umberfisch Fremy	Karpfen Fremy	Hechtschuppen Fremy	Hechtschuppen Brummerstädt
Anorganische Substanz . .	59,3	51,0	41,9	34,2	43,4	39,47
Organische Substanz . . .	40,7	49,0	58,1	65,8	56,6	60,53
Phosphorsaurer Kalk . . .	51,8	44,6	36,4	33,7	42,5	34,07
Phosphorsaure Bittererde .	7,6	—	0,7	Spur	Spur	0,56
Kohlensaurer Kalk	4,0	5,2	2,0	1,1	1,3	3,78
Knorpelsubstanz und Fett .	40,7	49,0	58,1	65,8	56,6	60,53

Die Farben der Fischschuppen scheinen Interferenzfarben zu sein. Die Schuppen der Amphibien sind von denen der Fische wesentlich verschieden, und gehören histologisch und chemisch zu den Epithelialgebilden.

Entwickelung der Knochen. Die chemischen Vorgänge bei der Entstehung, Erhaltung und dem Umsatz der Knochen sind unbekannt. Festgestellt scheint es durch neuere Untersuchungen, dass nicht das Chondrigen bei der Bildung des Knochens unter Umwandlung seiner chemischen Eigenschaften zur organischen Grundlage des Knochens zum Glutin gebenden Osseïn (Collagen) wird, sondern dass vielmehr Knochensubstanz mit Collagen an der Stelle des in der Regel provisorisch verkalkten und dann schwindenden chondrigenen Knorpels neu abgesetzt, und letzterer somit nur verdrängt wird (H. Müller, Baur, Meissner). Entwickelung der Knochen.

Zahngewebe.

So vielfach verschieden das Zahngewebe in histologischer Beziehung vom Knochengewebe ist, so verwandt ist es ihm in chemischer Hinsicht. Zahngewebe.

Zahnbein und Cäment enthalten dieselben mineralischen Bestandtheile wie die Knochen, und eine organische glutinliefernde Grundlage. Erwähnenswerth ist die Beobachtung, dass die Wandungen der Zahnröhrchen, welche man durch Behandlung mit stärkeren Säuren und Alkalien isoliren kann, beim Kochen im Papin'schen Topfe ungelöst bleiben, während die Grundmasse bereits in Glutin verwandelt ist (Hoppe). Auch die Zahnbeinkugeln verwandeln sich nicht in Glutin. Die Menge der Knochenerde in den Zähnen ist bedeutender wie in den Knochen.

Etwas verschieden verhält sich der Zahnschmelz. Dieses Gewebe ist das wasserärmste und zugleich das an anorganischen Stoffen reichste des Thierorganismus. Die organische Grundsubstanz, welche man durch Extraction des Zahnschmelzes mit Salzsäure in Gestalt von vier- oder sechsseitigen Prismen ähnlichen, von der Zahnkrone divergi- Zahnschmelz.

rend ausgehenden Fasern erhält, giebt beim Kochen keinen Leim (Hoppe), sondern zerplatzt, und verhält sich gegen Reagentien wie Epithelialsubstanz. Die organische Grundlage des sogenannten Schmelzhäutchens zeichnet sich durch grosses Widerstandsvermögen gegen Säuren und Alkalien aus und giebt beim Kochen keinen Leim.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Zusammensetzung der verschiedenen Substanzen des Zahngewebes, sowie ihre Differenzen bezüglich der Knochen erläutern nachstehende Analysen v. Bibra's und Fremy's.

In 100 Theilen	Erwachsener Mann Backenzahn v. Bibra		Weib v. 25 Jahren Backenzahn v. Bibra		Ochsenzahn Fremy		
	Schmelz	Zahnbein	Schmelz	Zahnbein	Schmelz	Zahnbein	Cäment
Anorganische Substanz	96,41	71,99	94,03	79,00	96,9	74,8	67,1
Organische Substanz	3,59	28,01	5,97	21,00	3,1	25,2	32,9
Phosphorsaurer Kalk u. Fluorcalcium	89,82	66,72	81,63	67,54	90,5	70,3	60,7
Kohlensaurer Kalk	4,37	3,36	8,88	7,97	2,2	2,2	2,9
Phosphors. Bittererde	1,34	1,08	2,55	2,49	Spur	4,3	1,2
Lösliche Salze	0,88	0,83	0,97	1,00	—	—	—
Organische Grundlage	3,39	27,61	5,97	20,42	—	—	—
Fett	0,20	0,40	Spur	0,58	—	—	—

Trotz der grossen Festigkeit des Zahnbeines beträgt sein Wassergehalt doch immer noch mehrere Procente, bis zu 10 Proc., während der Wassergehalt des Schmelzgewebes sehr unbedeutend ist. Letzteres enthält nach den Bestimmungen von Berzelius an 4 Proc. Fluorcalcium, demnach mehr wie die Knochensubstanz.

Backenzähne scheinen durchschnittlich etwas mehr Mineralsubstanz zu enthalten als Schneidezähne (Lassaigne, v. Bibra).

Zahlreiche vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Zähne verschiedener Thierclassen ergaben bei im Allgemeinen nicht sehr beträchtlichen Differenzen, in den Stosszähnen des Elephanten und Wildschweins einen beträchtlichen Mehrgehalt an organischer Materie, und bei den Pachydermen bis zu 12 Proc. phosphorsaure Bittererde.

Literatur zur Chemie der Knochen: E. v. Bibra: Chemische Untersuch. über die Knochen und Zähne. Schweinfurt 1844. — E. Fremy: Compt. rend. T. XXIX. p. 1052; Annal. de chimie et de phys. 3. Sér. T. XLIII. p. 47. —

Lehmann: Zoochemie. Leipzig und Heidelberg 1858. S. 429. — v. Recklingshausen: Arch. f. path. Anat. Bd. XIV. S. 466. — Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. V. S. 170.

II. Chemie des Knorpelgewebes.

Die Histologen unterscheiden zwischen wahren oder hyalinen Knorpeln und zwischen Faserknorpeln.

Die wahren Knorpel bestehen aus einer homogenen, glasartig durchsichtigen oder leicht getrübten Grundsubstanz, in welcher die Knorpelzellen eingebettet sind. Die Grundsubstanz der Faserknorpel dagegen, welche ebenfalls Zellen eingeschlossen hält, ist eine deutlich faserige.

Dieser Differenz der morphologischen Constitution der Knorpel entspricht auch eine Verschiedenheit des chemischen Verhaltens. Allgemeines chemisches Verhalten

Die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels ist Chondrogen, jene des Faserknorpels Collagen. Bei dem hyalinen und bei dem Faserknorpel ist ferner die Substanz der Knorpelzellen chemisch verschieden von der Grundmasse.

Kocht man hyaline Knorpel passend zerkleinert 12 bis 48 Stunden lang bei Zutritt der Luft (Mulder), oder $^3/_4$ bis 1 Stunde lang im Papin'schen Digestor (Hoppe), so wird die Grundsubstanz aufgelöst, und es bleiben die Knorpelzellen nebst Gefässen und den geronnenen Albuminaten des Blutes ungelöst zurück. Vor dem Erkalten der so gebildeten Chondrinlösung setzt sich der grösste Theil der ungelösten Formelemente ab. Dem entsprechend ist auch das mikrochemische Verhalten der hyalinen Knorpel. Die Knorpelzellen widerstehen der Schwefelsäure, so wie starker Aetzkalilösung ziemlich lange, ebenso können dieselben durch Maceriren des Gewebes in Salzsäure isolirt erhalten werden (Donders, Mulder, Virchow). Durch Zucker und Schwefelsäure färben sich die Knorpelzellen roth, während die Zwischensubstanz des hyalinen Knorpels dadurch gelb-röthlich wird (Schultze). Auch die Zellenmembranen lösen sich beim Kochen mit Wasser nicht oder nur sehr schwierig auf, während die Körnchen des Chondrin- oder wahren Knorpels durch das Millon'sche Reagens roth gefärbt werden. Die im hyalinen Knorpel vorkommenden Fasern endlich liefern, wie es scheint, beim Kochen mit Wasser ebenfalls kein Chondrin. des hyalinen Knorpels.

Hieraus kann man den Schluss ziehen, dass die hyalinen Knorpel aus einer chondrigenen Grundsubstanz und aus Formelementen einer anderen chemischen Zusammensetzung bestehen. Die Membranen dürften zum elastischen Gewebe zählen, während die Natur der Zellen unaufgeklärt ist. Nach ihrem Verhalten zu Zucker und Schwefelsäure könnten

sie aus einem organisirten Albuminat bestehen, ebenso gut möglich wäre es aber, dass diese Reaction durch in den Knorpelzellen enthaltenes Fett (Oleïn) veranlasst wäre.

des Faserknorpels.

Auch die Faserknorpel lösen sich beim Kochen mit Wasser grösstentheils auf, indem auch hier vorhandene Knorpelzellen und andere Formelemente zurückbleiben, allein die Lösung enthält einen Leim, der sich von Chondrin in mehreren Reactionen unterscheidet; sie giebt nämlich mit Gerbsäure nur einen geringen Niederschlag, und mit Alaun einen starken im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, ebenso mit Platinchlorid. Lässt man auf derartige Knorpel unter dem Mikroskop Kali, Schwefelsäure oder Essigsäure einwirken, so verschwinden die Fasern anfänglich für das Auge, namentlich nach Zusatz von Wasser, kommen aber nach Behandlung mit mehr Wasser wieder zum Vorschein. Erst bei längerer Behandlung erfolgt wirkliche Lösung. Diese Art von Faserknorpeln, die man auch wohl elastische oder Netzknorpel nennt, bestehen demnach im Wesentlichen aus elastischen Fasern, aus Knorpelzellen und (weshalb sie Leim geben) aus einem Reste hyaliner Zwischensubstanz.

Verschieden davon sind die eigentlichen Bindegewebsknorpel, welche aus eigentlichem Bindegewebe bestehen (Cartilag. semilunar. des Kniegelenks, Zwischengelenksknorpel u. s. w.). Diese liefern nämlich beim Kochen Glutin. Sie enthalten neben Bindegewebe einzelne Knorpelzellen und Kernfasern.

Bildung von Zucker aus hyalinem Knorpel.

Behandelt man hyaline Knorpel (Rippenknorpel) fein zerschnitten zuerst mit sehr verdünnter Salzsäure in der Kälte, um das Gewebe von anorganischen Salzen möglichst zu befreien, und kocht dann längere Zeit mit starker Salzsäure, so enthält die Flüssigkeit Zucker (Fischer und Bödeker).

Die Knorpel enthalten ausser Chondrogen oder respective Collagen noch variabele Mengen von Wasser, Fett und anorganischen Salzen. Letztere bestehen aus phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Bittererde, Chlornatrium, kohlensaurem Natron (in der Asche) und schwefelsauren Alkalien (in der Asche).

Die den Körper durchtränkende parenchymatöse Flüssigkeit ist noch nicht untersucht.

Interessant ist die von v. Bibra constatirte fast völlige Abwesenheit der Kalisalze im Knorpel, während der Chlornatriumgehalt desselben gewöhnlich sehr bedeutend ist.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Zusammensetzung der Knorpel als Ganzes betrachtet hat an und für sich einen geringen Werth, da eine mehr oder minder vollständige Entfernung der rein accessorischen Theile auf das Resultat der Analyse von grossem Einfluss sein muss.

Der Wassergehalt der Knorpel beträgt nach den vorhandenen Bestimmungen 54 bis 70 Proc., der Gehalt an Fett der trockenen Substanz 2 bis 5 Proc.

Der Gehalt an Mineralstoffen beträgt etwa 3 bis 6 Proc. und zeigt Verschiedenheiten, die von dem Alter abhängig zu sein scheinen. So fand v. Bibra in den Rippenknorpeln:

eines Kindes	von 6 Monaten	2,24 Proc. Asche	
" "	" 3 Jahren	3,00 " "	
" Mädchens	" 19 "	7,29 " "	
" Weibes	" 25 "	3,92 " "	
" Mannes	" 20 "	3,40 " "	(Fromherz u. Gugert).
" "	" 40 "	6,10 " "	

Quantitative Analysen der anorganischen Bestandtheile menschlicher Rippenknorpel wurden von v. Bibra ausgeführt. Wir stellen die erlangten Resultate tabellarisch zusammen.

Quantitative Zusammensetzung der Knorpelasche.

In 100 Theilen Asche	Rippenknorpel				
	Kind von 1/2 Jahr	Kind von 3 Jahren	Mädchen von 19 Jahren	Weib von 25 Jahren	Mann von 40 Jahren
Phosphorsaurer Kalk . . .	20,86	21,33	5,36	6,33	13,09
Schwefelsaurer Kalk . . .	50,68	48,68	92,41	87,32	79,03
Phosphorsaure Bittererde .	9,88	8,88	0,99	4,10	3,78
Schwefelsaures Natron . .	9,21	10,93	1,24	0,95	1,22
Phosphorsaures Natron . .	Spur	3,00	Spur	Spur	0,93
Kohlensaures Natron . .		—	—		Spur
Chlornatrium	9,37	7,18	Spur	1,30	1,95

Es versteht sich von selbst, dass man aus der Zusammensetzung der Asche auf die Vertheilung der Mineralstoffe in dem unzerstörten Knorpel keinen Schluss ziehen darf. Die enorme Quantität von schwefelsaurem Kalk muss, die Richtigkeit der Analysen vorausgesetzt, jedenfalls so gedeutet werden, dass ein grosser Theil der Schwefelsäure von dem Schwefel des Chondrigens, und der Kalk von einem Gehalt des Knorpels an mit der organischen Substanz verbundenem Kalk stammt.

Literatur zur Chemie des Knorpelgewebes: Mulder: Versuch einer allgem. phys. Chem. Braunschweig 1844. — Hoppe: De cartilag. struct. Dissert. Berol. 1850. — v. Bibra: Untersuch. über Knochen und Zähne. 1844.

III. Chemie des Bindegewebes und elastischen Gewebes.

Bindegewebe.

Die einzelnen Formen des **Bindegewebes** zeigen je nach der Art, dem Alter, der Function, und je nach der Thierclasse ausserordentliche Verschiedenheit des morphologischen und chemischen Verhaltens.

Chemische Bestandtheile und

Als histologische Elemente des Bindegewebes sind die Grundsubstanz, die eingestreuten Zellengebilde und die elastischen Fasern zu betrachten. Diese drei Substanzen sind chemisch different, doch ist man weit davon entfernt, die chemische Natur derselben genau zu kennen. Der Hauptbestandtheil des streifigen Bindegewebes ist **Collagen**, ausserdem enthält dasselbe aus einer nicht leimgebenden Substanz bestehende Formelemente (Bindegewebszellen, Spiral-, Kern-, elastische Fasern), anderweitige accessorische Einlagerungen (s. unten) — ein in Wasser unlösliches **Albuminat**, welches aus Sehnen durch Kalkwasser extrahirt werden kann — **Mineralstoffe** und **Fett**.

allgemeines chemisches Verhalten.

Das wichtigste chemische Merkmal des streifigen Bindegewebes der Wirbelthiere ist seine allmähliche Löslichkeit (d. h. seiner Grundsubstanz) in kochendem Wasser, welches dann Glutin enthält (vergl. S. 148).

Ausser den Bindegewebszellen, den Spiral-, Kern-, und elastischen Fasern sowie etwaigen fremden Einlagerungen bleibt nach **Zellinsky** auch ein Theil der Grundsubstanz ungelöst, was aber der Bestätigung bedarf. Wird Bindegewebe in kochendes Wasser gebracht, so schrumpft es anfangs etwas zusammen, quillt aber bald gallertig auf, und löst sich dann bei fortgesetztem Kochen unter Zurücklassung der angeführten Elemente. Durch Quecksilberchlorid, Alaun, basisch - schwefelsaures Eisenoxyd, Gerbsäure wird es verändert, contrahirt, und verliert seine Fäulnissfähigkeit. Durch Kochen mit verdünnten Säuren wird es noch weit schneller in Glutin verwandelt, als beim Kochen mit reinem Wasser. In concentrirter Essigsäure quillt es gallertig auf, so dass es unter dem Mikroskop undurchsichtig wird, allein es wird dadurch nicht aufgelöst; denn wäscht man das Präparat mit Wasser aus, oder neutralisirt die Säure mit Ammoniak, so treten die Fasern in ihrer früheren Form wieder hervor. Da die Bindegewebsfasern durch Essigsäure unsichtbar werden, die elastischen Fasern aber nicht, so bedient man sich dieses Reagens, um die Gegenwart elastischer Fasern unter dem Mikroskop zu constatiren. Kaustische Alkalien wirken ähnlich wie die Säuren, bewirken aber bei längerer Einwirkung schon in der Kälte wahre Lösung.

Behandelt man sorgfältig mechanisch gereinigte Sehnen mit kaltem destillirten Wasser, und presst aus, so erhält man eine neutral reagirende

gelblich gefärbte Flüssigkeit, die eine geringe Menge gewöhnlichen Albumins, ausserdem aber Alkali-Albuminat enthält.

Albumin-ähnliche Körper aus Sehnen.

Aus Sehnen, die vorher von allen in Wasser löslichen Stoffen möglichst befreit sind, nimmt Kalkwasser ein eigenthümliches Albuminat auf; die Lösung desselben in Kalkwasser giebt mit verdünnter Salz-, Salpeter- und Essigsäure einen weissen flockigen im Ueberschuss der Fällungsmittel unlöslichen Niederschlag. Die durch die genannten Säuren erzeugten Niederschläge lösen sich in concentrirter kochender Salpetersäure mit gelber Farbe auf, in der salpetersauren erkalteten Lösung bewirkt Ammoniak eine tief orangegelbe Färbung. In concentrirter kochender Salzsäure lösen sie sich ebenfalls, und die Lösung färbt sich beim Stehen an der Luft allmählich violett. Mit Zucker und Schwefelsäure färbt sich die Substanz an der Luft allmählich roth, purpur bis dunkelviolett.

Die durch Fällung mit Salzsäure aus der Kalkwasserlösung gewonnene Substanz mit Wasser sorgfältig ausgewaschen, ist aschenfrei, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich. Auf dem Platinblech verbrennt sie mit dem bekannten Geruch der Albuminate. In der salzsauren Lösung der Substanz aber erzeugt Ferrocyankalium keine Fällung.

Behandelt man die gereinigte Substanz mit concentrirter Essigsäure, so wird sie etwas durchscheinend, bei grossem Ueberschuss der Säure erfolgt feine Vertheilung; kocht man, so ballt sich das Ungelöste zu grösseren Flocken zusammen, das klare Filtrat giebt mit Ferrocyankalium schwache Trübung. Dieses Verhalten zeigt die fragliche Substanz aber nur im frisch gefällten Zustande. In Kali, Natron, Ammoniak und in Barytwasser ist das durch Kalkwasser aus den Sehnen ausgezogene Albuminat leicht löslich. Wenn man die hinlänglich gereinigte Substanz in Wasser aufschwemmt, und mit einem in Kali getauchten Glasstabe umrührt, so löst sich sogleich ein beträchtlicher Theil der Substanz auf. Wiederholt man nach einiger Zeit den Zusatz von Kali, und fährt damit so lange fort, bis nur noch ein kleiner Theil ungelöst ist, so erhält man durch Filtration eine vollkommen neutral reagirende Lösung, aus welcher Essigsäure, Phosphorsäure, Salzsäure und Salpetersäure die unveränderte Substanz fällen. Weingeist erzeugt einen Niederschlag, der in Wasser löslich ist, Gerbsäure eine geringe Trübung, Sublimatlösung bewirkt keine Fällung. Demnach zeigt dieser Körper in seinem Verhalten gegen Reagentien Abweichung von allen bisher bekannten Albuminaten (Rollet).

Ein näheres Studium desselben wäre wünschenswerth.

Die Zusammensetzung der reinen Grundsubstanz ist unbekannt, da bisher Mittel zu ihrer vollkommenen Reinigung fehlen. Wenn daher das durch Wasser, Alkohol und Aether gereinigte Bindegewebe bei der Elementaranalyse Zahlen giebt, welche mit den aus Glutin erhaltenen übereinstimmen, so kann dieses Ergebniss nach den Beobachtungen von Rollet nur so viel beweisen, dass die Zusammensetzung der verschiedenen

Elemente des Bindegewebes eine jener des Glutins so ähnliche ist, dass dadurch das Gesammtresultat nicht wesentlich alterirt wird, oder, dass die Hauptmasse des Bindegewebes: die leimgebende Grundsubstanz, dem Glutin wirklich isomer ist, und die Gemengtheile von abweichender Zusammensetzung der Menge nach so sehr zurücktreten, dass sie auf das Resultat der Analyse höchstens einen innerhalb der Beobachtungsfehler liegenden Einfluss äussern können.

Nach den Untersuchungen von Virchow, v. Wittich und His bilden die geformten durch hohle Ausläufer unter sich anastomosirenden Zellen der Bindegewebssubstanz ein grosses zusammenhängendes Höhlen- oder Röhrensystem, mit einer eigenthümlichen Flüssigkeit gefüllt.

Lässt man in Sehnen Indigchromogen durch Capillarität aufsteigen, so findet man an den hernach getrockneten und mit Essigsäure aufgequollenen Präparaten in den mit dem Längsdurchmesser der Sehnen parallel laufenden Bindegewebszellen feinkörnige blaue Niederschläge, die ein zierliches Netzwerk bilden.

Chemisches Verhalten der Hornhaut.

Ein von dem streifigen Bindegewebe abweichendes chemisches Verhalten zeigt das Gewebe der Hornhaut. Die Leimlösung aus der Cornea, deren Zellen auch nach langem Kochen ungelöst bleiben, verhält sich nicht wie eine Glutinlösung, sondern ähnlich wie eine Chondrinlösung. Dieselbe ist opalisirend, von schwach alkalischer Reaction, besitzt bedeutende Klebkraft, und verhält sich gegen Reagentien wie folgt:

Alkohol bewirkt in der concentrirten Lösung einen in Wasser löslichen Niederschlag, Essigsäure im minimo fällt weisse Flocken, die beim Stehen oder Erwärmen zu hellen Tropfen zusammentreten und im Ueberschuss der Säure sowie in Salzlösungen leicht löslich sind. Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure erzeugen ebenfalls im Ueberschuss der Säure leicht lösliche Niederschläge.

Die Niederschläge durch Alaun, Bleizucker, Eisenvitriol, Kupfervitriol lösen sich im Ueberschuss des Fällungsmittels wieder auf, nicht so die mit Quecksilberchlorid, Gerbsäure, Platinchlorid. Bleiessig und Alkalien geben keine Fällung.

Behandelt man die Hornhaut mit Essigsäure, so wird sie anfangs durchsichtig, später unter Quellung gallertig, aber auch bei sehr langem Maceriren damit löst sich die Grundsubstanz nicht auf, wohl aber bewirken bei längerer Maceration Mineralsäuren vollständige Lösung. Verdünnte Mineralsäuren besitzen dieses Vermögen nicht, hat man aber Cornea längere Zeit mit verdünnten Mineralsäuren macerirt, so löst dann kochendes Wasser die Grundsubstanz in kürzester Zeit auf. Diese Lösungen werden durch Ferridcyankalium gefällt, was bei dem allein durch Wasser gewonnenen Hornhautleim nicht der Fall ist.

Die Hornhautzellen enthalten im Wesentlichen Albuminate. Wenn man die Hornhaut ihres Epithels beraubt, so zieht Essigsäure kaum eine Spur eines Albuminates aus. Die Mineralbestandtheile der Hornhaut be-

stehen vorzugsweise aus Alkalisalzen; die Asche reagirt alkalisch und braust mit Säuren; ebenso auch die Asche des Hornhautleims und der von ihm getrennten Zellen.

Verschieden von dem gewöhnlichen Bindegewebe verhalten sich ferner das embryonale Bindegewebe (auch das der Cornea) und das homogene Bindegewebe vieler Wirbellosen.

Embryonales Bindegewebe.

Embryonale Gewebe geben keinen Leim, das durch Kochen mit Wasser aus solchen Geweben gewonnene Extract verhält sich in seinen Reactionen dem Schleimstoff und dem Pyin ähnlich; daraus hat man Veranlassung genommen, für das embryonale und für das Bindegewebe einiger Wirbellosen den Namen Schleimgewebe vorzuschlagen. In diesen Geweben ist statt der leimgebenden Grundmasse eine gallertige oft halbflüssige, oft ganz durchsichtige Substanz enthalten, die bald aus einem albuminatähnlichen Körper besteht, bald wieder ganz eigenthümlich ist. Zuweilen enthält sie Schleimstoff, zuweilen Körper von abweichenden Reactionen. Hierher gehören wenigstens zum Theil auch die Colloidmasse, die Gallertsubstanz des sogenannten elektrischen Schwanzorgans von Raja oxyrhynchus. Das Gallertgewebe der Medusen enthält weder Collagen, noch Schleimstoff, noch endlich ein wirkliches Albuminat.

Bezüglich der Zersetzungsproducte, welche collagene Gewebe resp. Glutin, und chondrigene Gewebe resp. Chondrin mit kaustischen Alkalien und mit verdünnter Schwefelsäure geben, vergl. S. 148.

Chemische Entwickelung des Bindegewebes.

Ueber die chemische Entwickelung des Bindegewebes von Drummond gemachte Angaben sind nur mit Vorsicht aufzunehmen. Nach ihm ist die Grundmasse, in der die ursprünglichen Bildungskugeln liegen, Albumin, auch die Körnchen, die in der Nähe der letzteren abgelagert sind, bestehen aus einem Albuminat (nach Drummond aus Faserstoff?), weil Essigsäure, Weinsäure, Salzsäure sie zuerst aufquellen machen, dann vollständig lösen, Jod und Chromsäure sie gelb, Millon's Reagens sie dagegen roth färbt. Kocht man die ganze Masse des Blastems, so findet sich im Filtrat keine Spur von Leim. Auch die ersten Bindegewebsfasern sollen noch aus Albuminaten bestehen, und erst mit ihrer Weiterentwickelung allmählich ihren Charakter ändern, aber erst sehr spät Leim liefern.

Elastisches Gewebe.

Elastisches Gewebe. Der chemische Charakter der elastischen Gewebe ist ein von jenem des Bindegewebes wesentlich verschiedener. Doch herrschen darüber noch mannigfache Widersprüche. Als ausgemacht ist es anzusehen, dass sie beim Kochen mit Wasser keinen Leim, weder Glutin noch Chondrin liefern, dass ihre Grundmasse demnach weder eine collagene noch chondrigene ist.

Reindarstellung desselben.

In neuester Zeit ist es W. Müller gelungen, das elastische Gewebe aus dem Nackenbande des Pferdes reiner darzustellen, als es bis dahin geschehen war, und selbes namentlich aschen- und schwefelfrei zu erhalten. Vergl. Elastin S. 147.

Man kocht frisches sorgfältig präparirtes Nackenband mit einer Mischung von Alkohol und Aether längere Zeit, und hierauf mindestens einen Tag lang mit Wasser; dadurch entfernt man das Fett und den grössten Theil des im Nackenbande enthaltenen Bindegewebes. Dann kocht man einen Tag mit ziemlich concentrirter Essigsäure, und dann wieder mit Wasser, um die Essigsäure zu entfernen. Man bringt nun die Substanz in eine mässig verdünnte Kalilösung und kocht damit so lange, bis sie anfängt, etwas zu quellen. Man giesst die gelblich gefärbte kalische Flüssigkeit ab, fügt Wasser mit etwas Essigsäure zu, kocht neuerdings, und wiederholt die Behandlung mit Wasser so lange, bis alle saure Reaction verschwunden ist. Endlich zieht man das Gewebe 24 Stunden lang mit kalter ziemlich concentrirter Salzsäure aus, giesst die Säure ab, und wäscht mit vielem destillirten Wasser vollständig aus, indem man so lange mit erneuerten Mengen des letzteren kocht, bis selbes nach dem Verdampfen keine Spur eines Rückstandes hinterlässt.

Chemisches Verhalten.

So dargestelltes elastisches Gewebe ist getrocknet eine spröde, gelbliche, deutlich faserige Substanz. In Wasser quillt dieselbe auf, und zeigt mikroskopisch untersucht noch die wohl erhaltenen elastischen Fasern. Mit wässerigem Ammoniak und verdünnter Essigsäure quillt die Substanz gleichfalls. In Wasser ist sie vollkommen unlöslich, selbst bei mehrtägigem Kochen, ebenso in concentrirter kochender Essigsäure, in Alkohol und Aether. Mit concentrirter reiner Salpetersäure färbt sie sich blassgelb, während sie zugleich gallertig aufquillt; auf Zusatz von Ammoniak wird die Färbung gelbroth, bei längerer Einwirkung der Salpetersäure wird die Substanz immer mehr schleimig unter Gasentwickelung. Mit concentrirter Kalilösung gekocht, löst sie sich unter bräunlicher Färbung, die Lösung mit Schwefelsäure neutralisirt eingedampft, gelatinirt nicht, und wird durch Säuren mit Ausnahme von Gerbsäure nicht gefällt. Auf dem Platinblech verbrennt sie ohne Rückstand.

Ueber die Elementarzusammensetzung des so gereinigten Gewebes vergl. S. 149.

Bei der Zersetzung des elastischen Gewebes mit verdünnter Schwefelsäure erhält man neben reichlichen Mengen von Leucin geringe Mengen von Tyrosin, Ammoniak, und daneben, wie es scheint, auch noch einen nicht krystallisirbaren, durch Bleiessig fällbaren Körper.

Quantitative Analyse.

Quantitative Zusammensetzung des Binde- und elastischen Gewebes. Von einer solchen, wenn darunter nicht die elementare Zusammensetzung verstanden wird, kann nur insofern die Rede sein, als es sich dabei um die näheren Bestandtheile der Gewebe, so wie sie sind, also um gewissermaassen accessorische und wesentliche handelt. Es liegen vor quantitative Analysen über die mittlere Arterienhaut (elastisches Gewebe), über menschliche Lederhaut und das Gewebe der Cornea (Bindegewebe).

Wir stellen die Resultate der Analysen von M. Schultze, Wienholt und His in einer Tabelle zusammen.

In 1000 Theilen	Bindegewebe		Elastisches Gewebe			
			Mittlere Arterienhaut. Schultze.			
	Cornea His	Lederhaut Wienholt	Carotis		Aorta thorac.	
			I.	II.	I.	II.
Wasser	758,8	575,0	693,0	714,0	678	733
Feste Stoffe	241,2	425,0	307,0	286,0	322	267
In Wasser unlösliche Formelemente	28,4	325,3	186,3	173,0	274,6	220,5
Natronalbuminat	—	—	64,5			19,2
Albumin	—	15,4	22,7			—
Leimgebende Substanz	203,8	—	—	113,0	74,4	—
Alkoholextract	—	8,3	22,7			27,2
Wasserextract	—	76,0				
In Wasser lösliche Salze	8,4	—	7,4			
In Wasser unlösliche Salze	1,1	—	3,4	—	—	—

Einlagerungen in die Bindegewebe. Grosse und zahlreiche Veränderungen können die Bindegewebe dadurch erleiden, dass bald in ihre Grundsubstanz, bald in ihre Zellen, zuweilen selbst in beide, Materien eingelagert werden, die nicht wesentlich zum Begriff des Bindegewebes gehören. Für einzelne Localitäten des Bindegewebes sind solche Einlagerungen oft ganz charakteristisch, zuweilen trifft man sie nur in ganz bestimmten Lebensperioden oder nur bei gewissen Thierclassen und Arten.

Einlagerungen in die Bindegewebe.

Es gehören hierher:

a) Einlagerungen von Fettzellen, Fettzellgewebe.

Fettzellgewebe.

Die Thierfette kommen fast überall, wo sie selbstständig und frei auftreten, in Zellen eingeschlossen vor, und zwar theils in besonderen Zellen, die dem Bindegewebe nur beigeordnet sind, theils in Zellen, welche nichts anderes sind, wie mit Fett erfüllte zum Theil etwas umgewandelte Bindegewebskörperchen. Der Inhalt der Fettzellen besteht nie ausschliesslich aus Fett, doch ist es der vorherrschende Bestandtheil desselben. Eine genauere Kenntniss der übrigen Bestandtheile fehlt. Chevreul fand im Schweinsfett eine ekelhaft schmeckende und riechende Materie, und Chlornatrium nebst anderen Salzen.

Nicht selten beobachtet man Krystalle in den Fettzellen, und zwar

um so häufiger, je reicher das darin eingeschlossene Fett an festen Fetten ist, und je niedriger die Temperatur ist, bei welcher die Untersuchung stattfindet. Die Krystalle bilden wandständige oder centrale Drusen, zuweilen erfüllen sie den ganzen Zellenraum. Durch ihre Unlöslichkeit in Wasser und in Säuren, durch ihre Löslichkeit in Aether geben sie sich als Fett zu erkennen.

Aether oder heisser Alkohol entzieht den Fettzellen das Fett, und hinterlässt eine gefärbte Hülle. Durch Essigsäure, Mineralsäuren, Kali wird häufig ein tropfenweises Austreten des Fettes bewirkt, ohne dass die Membran verschwindet; zuweilen löst sich dieselbe allmählich auch auf, in anderen Fällen widersteht sie hartnäckig. Mulder und Donders glauben an den Fettzellen des Schweines und Schafes zweierlei Hüllen annehmen zu dürfen, von denen die äussere in Kali löslich sei und die Zellen untereinander verbinde, während die inneren sogar 80procentiger erhitzter Kalilauge und kochender Essigsäure widerstehe.

Von freien Fetttropfen unterscheiden sich die Fettzellen dadurch, dass erstere meist am selben Objecte in sehr verschiedener Grösse auftreten, häufig zusammenfliessen, mehr Scheiben als Kugeln darstellen und hellere Contouren zeigen. Bei Behandlung mit Aether verschwinden erstere ganz, während die Fettzellen ihre Hülle hinterlassen.

b. Einlagerungen von Knochensalzen.

Einlagerungen von Knochensalzen.

Es gehören hierher die Bindegewebsknochen und die Schuppen gewisser Fische (Polypterus bichir), das Schildpatt, und die Geweihe verschiedener Thiere.

c. Einlagerungen von Pigmenten

Einlagerung von Pigmenten.

in Gestalt von amorphen Körnern, in Flüssigkeiten (Wasser oder Fett) gelöst, festen Stoffen anhaftend und dieselben durchdringend, und endlich in Krystallen. Es gehören hierher die Pigmentablagerung in die eigentlichen constituirenden Bindegewebszellen, die accidentellen Pigmentzellen der Bindegewebe, die Pigmenthaufen im Kerne (Leydig) bei den Embryonen von Paladina, bei Piscicola, im Parenchym der Choroidea, in den Chromatophoren der Cephalopoden (Kölliker), und in pathologischen Neubildungen, das freie Körnchenpigment in der Lederhaut der Cephalophoren, das Pigment als tränkende Flüssigkeit in den Hodenbläschen von Piscicola (Leydig), die an Erden gebundenen Pigmente bei den Mollusken, im Panzer der Crustaceen u. s. w.

Die Schnäbel und Füsse gewisser Vögel enthalten ein gelbes Fett in Form kleiner Tröpfchen, die sich in Aether und heissem Alkohol lösen. Es ist ein unmittelbares Secret der Cutis und findet sich am dichtesten um die Cutispapillen.

Goebel fand das Roth der Taubenfüsse in Aether und absolutem Alkohol mit carminrother Farbe löslich; beim Verdunsten der Lösung hinterbleibt es als eine rothe Masse von Talgconsistenz. In Wasser war es vollkommen unlöslich, und schwamm auf heissem Wasser in kleinen

rothen Fetttropfen, die nach dem Erkalten talgartig erstarrten. In Kali war es löslich und wurde aus der kalischen Lösung durch Säuren unverändert gefällt; auch in alkalischen Oelen war es mit rother Farbe löslich. Aus dem ganzen Verhalten geht hervor, dass das Pigment in einem flüssigen Fett gelöst ist, so dass die angegebenen Reactionen zum grossen Theil auf dieses bezogen werden müssen.

Von dem gefärbten Fett, welches man häufig unter dem Panzer der grösseren Crustaceen antrifft, ist nur das Pigment des Flusskrebses etwas näher untersucht. Aus den Schalen zieht siedender Alkohol ein Pigment aus, welches dem Alkohol eine rothe Färbung ertheilt. Nach dem Verdunsten der Lösung bleibt ein talgartiger, in Wasser unlöslicher, in Aether löslicher Rückstand. Die alkoholische Lösung mit Alaun und Ammoniak versetzt, giebt eine Lackfarbe, von Bleizucker wird sie violett gefällt. Schwefelsäure und Salpetersäure färben die Lösung grün, ohne dass bei nachheriger Neutralisation die rothe Farbe wieder hervortritt. Kalilauge löst das Pigment mit rother Farbe (Macaire, Lassaigne).

Die rothen Pigmentkörner in dem Panzer mancher grösserer Crustaceen sind unregelmässige Körperchen, die blauen dagegen säulenförmige Krystalle, welche durch Säuren und Hitze zerstört, in Alkohol aber langsam gelöst werden (Focillon, Leydig).

d) Ein- und Auflagerungen von kohlensauren Erden und von Kieselerde.

Derartige Einlagerungen finden bei sehr vielen Wirbellosen, bis herauf zu den Cephalopoden statt. Dieselben sind chemisch charakterisirt, einerseits durch einen vorwiegenden Gehalt an anorganischen Stoffen, unter welchen die kohlensauren Erden weit über die phosphorsauren vorwiegen, und andererseits durch das Fehlen einer leimgebenden organischen Grundlage. Obgleich zunächst bei den Wirbellosen heimisch, kommen derartige Einlagerungen unter pathologischen Verhältnissen auch bei Wirbelthieren vor. Einlagerung von kohlensauren Erden und Kieselerde.

Ihr anorganischer Theil enthält nie ausschliesslich kohlensauren Kalk aber immer vorwiegend, ausserdem enthält er kohlensaure Magnesia, phosphorsaure Erden, Fluormetalle, Gyps, Kieselerde, Eisenoxyd, auch wohl minimale Mengen von Alkalisalzen. Die Kalkablagerungen finden sich endlich entweder auf den Körperwandungen oder im Inneren der Organe und Gewebe.

Es gehören hierher unter anderen: Die Kalkablagerungen der Polypen und Bryozooen (Kalkspindeln, Kalknadeln, kalkige Achse der Coralliden), die Panzer der Infusorien (kalkschalige, kieselschalige?), die Kalkablagerungen in der äusseren lederartigen Haut der Echinodermen (Echinodermenskelett), die Ablagerungen in dem äusseren Skelett der Mollusken, der Molluskenschalen (Muschelschalen, Schneckengehäuse), die Kalkpanzer der Crustaceen, u. s. w.

Eine vollständige Zusammenstellung der zahlreichen quantitativen

Analysen der Korallen, Gehäuse, Schalen und Kalkablagerungen bei den Wirbellosen findet man in dem unten aufgeführten Werke von Schlossberger.

Literatur zur Chemie des Binde- und elastischen Gewebes: J. E. Schlossberger: Versuch einer allgem. u. vergl. Thierchemie. Leipzig und Heidelberg 1856. S. 105 bis 225. — Vergl. ausserdem W. Müller: Zeitschr. f. rat. Medicin 3. R. Bd. X. Hft. 2. S. 173. — Rollet: Sitzungsber. d. Wiener Akad. Math. naturw. Classe. Bd. XXXIX. S. 308.

IV. Chemie des Horngewebes.

Wir zählen hierher die von neueren Histologen auch wohl getrennt abgehandelten Gewebe der Epidermis, der Nägel (Klauen und Hufe), der Hörner, der Haare und Schuppen, gewisser innerer Horngebilde, und endlich der Krystalllinse des Auges.

Chemische Bestandtheile.

Als die chemische Grundsubstanz aller dieser Gewebe betrachtet man das Keratin, allein es wurde bereits Seite 145 auseinandergesetzt, dass das Keratin keineswegs ein chemisch scharf individualisirter Stoff, sondern eben der Rückstand ist, welchen man erhält, wenn man Horngebilde mit Wasser, Alkohol und Aether auszieht, und der allerdings eine gewisse Aehnlichkeit, aber durchaus keine völlige Uebereinstimmung in seiner Zusammensetzung (namentlich nicht bezüglich des Stickstoff- und Schwefelgehaltes) zeigt, wie sich diess aus den Seite 145 mitgetheilten Analysen ergiebt. Im Verhältniss zu den eigentlichen Albuminaten tritt bei den Horngeweben der Schwefel mehr hervor. In welcher Form er darin enthalten ist, ist völlig unaufgeklärt; jedenfalls ist er nur sehr locker gebunden und es ist wahrscheinlich, dass so wie die Wolle (Chevreul) auch andere Horngebilde bei geeigneter Behandlung vollkommen entschwefelt werden könnten.

Das allgemeine chemische Verhalten der Horngewebe ist nachstehendes.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Die Horngewebe sind unlöslich in kaltem Wasser; kochendes Wasser bewirkt eine gewisse Erweichung und Auflockerung des Gewebes, zieht gewisse wahrscheinlich accessorische extractartige Bestandtheile aus, lässt aber die Hauptmasse desselben (namentlich die Zellhäute und Kerne) ungelöst. War das Gewebe vorher durchscheinend, so wird es durch das Kochen weiss und undurchsichtig. In zugeschmolzenen Glasröhren mit Wasser längere Zeit auf 200° C. erhitzt, werden gewisse hierher gehörige Gewebe völlig aufgelöst (Federn, Haare). — In Alkohol und Aether ist das Horngewebe als solches ebenfalls unlöslich, doch nehmen diese Menstruen daraus in allen Horngebilden als Gemengtheil vorkommendes Fett auf.

Essigsäure zeigt keine oder nur sehr geringe Einwirkung; nur bei sehr langem Kochen mit concentrirter Säure wird ein Theil des Gewebes gelöst (Berzelius).

Auch Schwefelsäure, selbst concentrirte, greift die Horngewebe schwierig an. In kalter concentrirter Schwefelsäure bleiben sie entweder ganz unverändert, oder es quellen nur die Zellen auf; beim Erwärmen tritt dieses Aufquellen rasch ein. Manche Horngebilde verwandeln sich dabei in eine schleimige, aus mikroskopischen Zellen bestehende Masse. Beim Kochen erfolgt wirkliche Lösung.

Kocht man Horngewebe längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure, so wird das Horngewebe völlig zersetzt; als Zersetzungsproducte erhält man viel Tyrosin (etwa 4 Proc.), Leucin und Ammoniak.

Behandelt man Horngewebe mit Salzsäure, so nimmt letztere eine blaue oder violette Färbung, ähnlich wie mit Albuminaten, an, ohne dass sich das Gewebe löst. Erst bei längerem Kochen findet wirkliche Lösung statt, wobei die Farbe der Lösung ins Braune übergeht. Haare verhalten sich von den übrigen Horngeweben insofern abweichend, als sie sich mit starker Salzsäure purpurroth färben und sich darin bei mehrwöchentlicher Maceration auch in der Kälte lösen.

Salpetersäure färbt die meisten Horngewebe gelb, besonders schnell beim Erwärmen, und löst sie übrigens ziemlich schwierig unter Entwickelung von Stickoxydgas zu einer gelben Flüssigkeit, die nach der Neutralisation mit Ammoniak eine dunklere Färbung annimmt. Als Endproduct der Einwirkung der Salpetersäure tritt Oxalsäure auf.

Fixe Alkalien, namentlich Natronlauge, lösen aus den Zellen der Horngebilde zuerst den unsichtbaren oder körnigen Zelleninhalt, dann aber auch die Kerne, zuletzt, aber nicht immer, die Zellmembranen. Je jünger die Hornzellen sind, um so weniger widerstehen sie der Einwirkung der Alkalien, je mehr sie dagegen in der Verhornung vorgeschritten sind, um so grösser wird ihre Resistenz gegen Alkalien, so dass die Zellmembrane mancher Hornbildungen in Kali geradezu unlöslich sind. Durch dieses Verhalten eignen sich die Alkalien, um die zellige Natur der Horngewebe mikroskopisch nachzuweisen. Digerirt man Horngewebe längere Zeit mit concentrirter Kalilauge, so verwandeln sie sich in eine Gallerte, welche in der starken Lauge in der Kälte unlöslich ist, wäscht man mit Wasser das überschüssige Kali weg, so löst sich Alles zu einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit; versetzt man diese mit wenig Essigsäure, so entsteht ein weisser käsiger Niederschlag, der bald zu einer zähen klebrigen Masse zusammenbackt. Giesst man die darüber stehende Flüssigkeit ab, und fügt reines Wasser zu, so löst er sich zu einer schleimigen Flüssigkeit. — Setzt man dagegen Essigsäure in kleinem Ueberschusse zu, so entsteht ein Niederschlag, der Hornsubstanz und Essigsäure enthält, und sich weder in kaltem, noch warmen Wasser, noch in Alkohol löst, doch wird er beim Digeriren von Essigsäure aufgenommen; in der essigsauren Lösung bewirkt Ferrocyankalium einen halbdurchsichtigen flockigen

Niederschlag; auch kohlensaures Ammoniak löst den durch überschüssige Essigsäure erzeugten Niederschlag. Verdunstet man die essigsaure Lösung zur Trockne, so hinterbleibt eine gelbe, durchsichtige, zähe, in Wasser unlösliche Masse. Bei der Behandlung der Horngewebe mit Alkalien entwickelt sich stets Ammoniak, und es bildet sich Schwefelalkali; es wird demnach ein Theil des Schwefels der Gewebe denselben bei dieser Behandlung entzogen. Es ist übrigens bemerkenswerth, dass Horn, schon mit Wasser gekocht, deutliche Spuren von Schwefelwasserstoff entwickelt.

Schmilzt man Horngewebe mit Kalihydrat, so erhält man unter Entwickelung von Wasserstoff, Ammoniak und anderen flüchtigen Producten Leucin, Tyrosin und flüchtige Fettsäuren.

Allgemeines chemisches Verhalten der Krystalllinse,

In vieler Beziehung abweichend von dem allgemeinen chemischen Verhalten der Horngewebe ist das der Krystalllinse, welche sich nach ihren histologischen und namentlich histogenetischen Beziehungen an die epithelialen Bildungen anschliesst.

Die Hauptmasse der Linse besteht aus eigenthümlichen Fasern, die an bestimmten Stellen Kerne führen. Diese Fasern sind wenigstens in den äusseren Theilen der Linse deutliche Röhren mit einem zähen eiweissartigen Inhalt, der beim Zerzupfen derselben in Tropfen oder Klümpchen aus ihnen hervorquillt; auch werden sie durch alle Mittel, welche Albuminate gerinnen machen, dunkler und zugleich deutlicher (Kölliker).

Die Linsensubstanz besitzt im Mittelpunkt der Linse die höchste, gegen ihre Peripherie die geringste Dichtigkeit; der grösseren Dichtigkeit des Kerns entspricht auch der höhere Brechungsexponent desselben.

Der Hauptbestandtheil der Krystalllinse ist ein Albuminat: das Globulin oder Krystallin, über welches S. 140 das dort über Zusammensetzung, Reactionen u. s. w. Angegebene nachzusehen ist; ausserdem sind darin anorganische Salze enthalten, Chlor, schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien und phosphorsaurer Kalk, Fett (worunter Cholesterin), und nicht näher charakterisirte Extractivstoffe.

Die Linse trübt sich bekanntlich einige Zeit nach dem Tode. Man leitet diese Trübung von einer spontanen Gerinnung ab, allein man hat dabei ausser Acht gelassen, zu sagen, was denn eigentlich gerinnt. Ebensowenig sind die Ursachen der Linsentrübungen während des Lebens: des Linsenstaars, aufgeklärt. Berzelius leitete solche Trübungen von Gerinnung des Globulins ab, indem er dasselbe aus kataractösen Linsen nicht mehr mit Wasser ausziehen konnte. Es ist aber gegenwärtig so viel festgestellt, dass die Ursachen der Linsentrübungen mehrfache sein können: Cholesterinbildungen, Ablagerungen von Erdphosphaten in und um die Linse etc.

Die chemische Beschaffenheit der Linsenkapsel stimmt, nach den Versuchen von Mensonides, vollständig mit jener der Descemet'schen Haut überein; beide quellen in Essigsäure und Alkalien auf, ebenso nach 48stündigem Kochen in Wasser, lösen sich aber nicht; auch längeres

Kochen mit Essigsäure bewirkt keine Lösung, wohl aber lösen sie sich in Mineralsäuren auf.

Mit diesen Angaben im Widerspruch stehen jene von Strahl, der die Linsenkapsel sich bei mehrstündigem Kochen mit Wasser auflösen sah. Die Lösung enthielt aber keinen Leim.

Auch die Haare und Federn bieten in ihrem chemischen Verhalten mancherlei Eigenthümlichkeiten dar.

der Haare und Federn.

Die verschiedene Färbung der Haare hatte man früher von verschieden gefärbten flüssigen Fetten abgeleitet, allein alle späteren Chemiker, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigten, vermochten diess nicht zu bestätigen, und es ist Heute unentschiedener wie je, wovon die Färbung der Haare abhängt. Bruch hat in den Haaren körniges Pigment nachgewiesen, welches weissen Haaren völlig fehlt, allein auch bei braunen Haaren fehlt es oft, und van Laër, Mulder u. v. Bibra ziehen aus ihren Untersuchungen den Schluss, dass die Färbung der Haare nicht auf chemischen, sondern auf physikalischen Verhältnissen beruhe. In neuester Zeit wurden aber von Baudrimont Versuche angestellt, aus denen er den Schluss ziehen zu dürfen glaubt, dass die Farbe der Haare von dem Eisengehalte derselben abhängig sei, und dass Eisen in Verbindung mit einem organischen Körper das Pigment darstelle. Aus den unten mitgetheilten Analysen Baudrimont's geht diess aber keineswegs mit Bestimmtheit hervor. Auch den bedeutenden Schwefelgehalt der Haare hat man endlich mit ihrer Färbung in Verbindung zu bringen versucht. Beim Kochen im Papin'schen Digestor sollen sich die Haare unter Schwefelwasserstoffentwickelung zum grössten Theile lösen; beim Abdampfen der Lösung bleibt eine klebrige, in Wasser wieder lösliche Substanz, welche nicht gelatinirt, und aus der wässerigen Lösung durch concentrirte Säuren, Chlor, Bleiessig und Gerbstoff gefällt wird. Von concentrirter Salpetersäure und anderen concentrirten Säuren wird das Haar zum grössten Theile aufgelöst. Chlor bleicht die Haare und giebt damit eine klebrige, bittere, durchsichtige Masse, die sich theilweise in Wasser auflöst.

Ueber die Farbe der Haare.

Noch weniger Aufschlüsse hat die Chemie über den Grund der Färbung der Vogelfedern gebracht. Bruch fand in allen Federn, die er untersuchte, trotz der verschiedensten Färbungen unter dem Mikroskope nur dasselbe braune oder schwarze Pigment, und zwar in dem Federmark körnig, in der Rinde und den Strahlen formlos und gleichmässig vertheilt. Durch Chlor wird es gebleicht. Weisse Federn enthalten weder körniges noch diffuses Pigment. Die schillernden Farben der Federn, so wie alle anderen Färbungen derselben ausser Gelb, Braun und Schwarz, sollen entoptische Farben sein, denen das braune Pigment zur Folie dient. Essigsäure vernichtet den Glanz und Schiller der Federn.

Die Federn sind ferner ausgezeichnet durch einen nicht unbedeutenden Kieselerdegehalt, der in einem gewissen Zusammenhange mit dem

Kieselerdegehalt der Nahrung der Vögel steht. Auch die Haare enthalten bemerkbare Mengen von Kieselerde.

Schliesslich erwähnen wir hier noch, dass nach den neuesten Untersuchungen von Cl. Bernard sich während der ersten Hälfte des Intrauterinlebens bei Embryonen verschiedener Thiere sich Glykogen in jenen Zellen vorfindet, die entweder das Horngewebe bilden, oder dessen Bildung vorangehen, in den Epithelien der Epidermis, in den Hufen, Klauen und ersten Anlagen der Hörner.

Quantitative Bestimmungen.

Quantitative Bestimmungen. Das Gewichtsverhältniss der einzelnen Gemengtheile der Horngewebe ist natürlich ein höchst verschiedenes, und überdiess, je nach der Art der Gewinnung derselben, eine sehr variable Grösse. Wenn daher auch die über diese Verhältnisse bekannt gewordenen Analysen dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft mehr entsprechen würden, als es wirklich der Fall ist, würde ihr Werth ein sehr problematischer sein. Der Mittheilung werth sind die quantitativen Analysen der Krystalllinse, wie sie von Berzelius u. Fr. Simon angestellt wurden.

Analyse der Krystalllinse.

In 1000 Theilen	Ochs. Berzelius	Pferd. Th. Simon I.	Pferd. Th. Simon II.	Mensch. Hurson
Wasser	580,0	657,8	600,3	—
Feste Stoffe	420,0	342,2	399,7	—
Globulin	359,0	104,8	142,0	—
Albumin	—	232,0 (Albumin und Linsenfasern)	255,3 (Albumin und Linsenfasern)	—
Linsenfasern	24,0			—
Alkoholextract	24,0	4,9 (Alkohol- und Wasserextract)	4,3 (Alkohol- und Wasserextract)	—
Wasserextract	13,0			—
Fett	—	0,4	1,4	20,6

Zahlreiche Bestimmungen sind ferner angestellt über den Schwefelgehalt der verschiedenen Horngewebe.

Wir stellen dieselben tabellarisch zusammen:

Objecte	Schwefel in Procenten	Beobachter
A. Haare des Menschen:		
Graue, 93jährige Frau	4,32	v. Bibra
Braune, dieselbe	4,17	v. Bibra
Graue, 87jährige Frau	4,76	v. Bibra
Weisse Haare	4,58	v. Bibra
Schwarzbraune, 49jähriger Mann	4,63	v. Bibra
dito 40jährige Frau	3,92	v. Bibra
Braune, 32jähriger Mann	4,36	v. Bibra
Rothe, 30jähriger Mann	7,99	v. Bibra
Blonde, 20jähriges Mädchen	4,22	v. Bibra
Rothe, 18jähriger Jüngling	4,20	v. Bibra
Braune, 16jähriger Knabe	4,20	v. Bibra
dito 15jähriger Knabe	4,60	v. Bibra
dito 12jähriger Knabe	4,80	v. Bibra
dito 10jähriges Mädchen	4,28	v. Bibra
Blonde, 3jähriger Knabe	4,25	v. Bibra
Haare alter Peruaner, 400 Jahre in Sand vergraben	3,7	v. Bibra
Haare aus bolivischen Gräbern (mindestens 1000 Jahre alt)	4,4	v. Bibra
B. Haare von Säugethieren:		
Hase	3,06	v. Bibra
Kaninchen	3,13	v. Bibra
Gemse	4,9	v. Bibra
Reh	2,1	v. Bibra
Schafwolle	0,8	v. Bibra
Pferd (Schimmel)	3,8	v. Bibra
dito (Braun)	3,7	v. Bibra
Bär	3,9	v. Bibra
Schwein	3,44	v. Bibra
Hund	4,17	v. Bibra
Fuchs	3,80	v. Bibra
C. Andere Horngewebe:		
Epidermis (Mensch)	0,74	Mulder u. Tilanus
Nägel (Mensch)	2,80	"
dito dito	2,71	v. Bibra
Pferdehufe	4,23	Mulder u. Tilanus
Kuhhorn	3,42	"
Ochsenhorn	3,08	v. Bibra
Horn der Antilope	1,3	v. Bibra
" des Widders	1,75	v. Bibra
" der Gemse	3,20	v. Bibra
" des Steinbocks	3,20	v. Bibra
" des Nashorns	3.20	v. Bibra

Objecte	Schwefel in Procenten	Beobachter
Klauen des Hasen	2,91	v. Bibra
„ des Rehs	3,02	v. Bibra
„ der Gemse	1,42	v. Bibra
„ des Schafs	1,28	v. Bibra
„ des Elenn	0,88	v. Bibra
„ des Ochsen	1,52	v. Bibra
„ des Kalbs	1,5	v. Bibra
„ des Hundes	2,8	v. Bibra
„ des Fuchses	2,81	v. Bibra
„ des Bären	1,40	v. Bibra
Fischbein	3,60	Mulder u. Tilanus
dito	3,44	v. Bibra
Schildpatt	2,22	Mulder u. Tilanus
dito	1,98	v. Bibra
Abgeworfene Haut der Ringelnatter	0,88	v. Bibra
Abgeworfene Haut der Kreuzotter	0,83	v. Bibra

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass unter allen Horngebilden die Haare am Meisten Schwefel enthalten, und die Haare des Menschen wieder mehr wie die Haare der Thiere. Auch die von van Laër für die Menschenhaare gefundenen Schwefelmengen ergeben mit den Bibra-schen übereinstimmende Zahlen, nämlich 4 bis 5 Proc.

Ueber die anorganischen Bestandtheile der Haare wurden von van Laër und Baudrimont quantitative Versuche angestellt.

Aschenanalysen der Haare.

Die Resultate der Versuche Baudrimont's sind folgende:

In 100 Theilen Asche	Menschenhaare				
	weisse	blonde	rothe	braune	schwarze
Schwefelsaures Natron	22,082	33,177	18,435	—	—
Schwefelsaures Kali	1,417	8,440	7,542	42,936	56,506
Schwefelsaurer Kalk	13,576	—	—	—	—
Kohlensaures Natron	—	—	—	10,080	—
Chlornatrium	Spur	Spur	0,945	2,453	3,306
Kohlensaurer Kalk	16,181	9,965	4,033	5,600	4,628
Kohlensaure Bittererde	5,011	3,363	6,197	4,266	2,890
Phosphorsaurer Kalk	20,532	9,616	10,296	10,133	15,041
Eisenoxyd	8,388	4,220	9,663	10,866	8,099
Kieselerde	12,308	30,717	42,462	10,666	6,611

Die blonden Haare gaben den Versuchen von Baudrimont zufolge die grösste Menge Asche (0,474 Proc.), die weissen und braunen die geringste (0,266 und 0,258 Proc.). Die Asche der weissen enthielt eine grössere Menge Kalksalze als die farbigen, und den schwefelsauren Kalk ausschliesslich. Doch sind Baudrimont's Beobachtungen nicht ausreichend, um so allgemeine Schlüsse zu begründen.

Baudrimont fand ferner, dass die Farbe der Asche meist mit der Färbung der Haare zunimmt, und nahm besondere Bestimmungen des Eisenoxyds vor.

100 Theile Haarasche lieferten Eisenoxyd:

graue	hellblonde	blonde	kastanienbraune	braune	dunkelbraune
4,155	2,403	4,981	5,830	6,395	3,413

Van Laër's Analysen der Asche von Menschenhaaren gaben nachstehende Resultate:

Art der Haare	In 100 Theilen			
	Asche	In Wasser lösliche Salze	Eisenoxyd	Kieselerde, schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk
Braune	0,54	0,17	0,06	0,312
dito	1,10	0,51	0,39	0,200
Schwarze. . .	1,02	0,29	0,21	0,520
dito	1,15	—	—	—
Rothe	1,30	0,93	0,17	0,200
dito	1,85	—	—	—
dito	0,54	0,27	0,27	—
Graue	1,00	0,24	0,23	0,53
dito	0,75	—	—	—

Quantitative Bestimmungen über den Kieselerdegehalt und Aschengehalt der Vogelfedern und der Haare wurden in grosser Anzahl mit Berücksichtigung der Ernährungsverhältnisse der Thiere von mir angestellt. Sie ergeben eine bestimmte Beziehung des Kieselerdegehalts der Federn zur Nahrung der Thiere, wie nachstehende Tabellen erläutern.

Quantitative Bestimmungen der Kieselerde der Federn und Haare.

Thiere		In 100 Th. Substanz		In 100 Th. Asche
Nahrung	Species	Asche	Kieselerde	Kieselerde
Körner, Getreide etc.	Haushahn	7,43	3,71	50
	Truthahn	6,79	1,69	25
	Saatkrähe	4,83	1,95	38
	Taube	2,37	0,59	25
	Gans	3,83	1,47	38
	Rebhuhn	3,79	2,47	65
	Mittel . . .	4,84	1,98	40
Fische, Fischeier, Wasserinsecten, Wasserpflanzen	Sturmmöve	1,25	—	—
	Nachtrabe	2,04	0,29	14
	Fischreiher	2,06	0,28	13
	Weisser Reiher	1,07	0,19	18
	Kropfgans	5,45	0,53	9
	Albatross	2,43	0,25	10
	Eisvogel	0,99	0,09	10
	Mittel . . .	2,41	0,23	10,5
Säugethiere, Insecten	Schleiereule	2,92	1,35	46
	Waldkauz	1,41	0,39	27
	Mäusebussard	2,19	0,51	23
	Rauhfüssiger Falke	2,14	0,61	28
	Sperber	2,70	0,87	32
	Nebelkrähe (mit Fleisch gefüttert)	1,62	0,11	7
	Mittel . . .	2,16	0,64	27
Insecten, Insecteneier, Beeren, Aas etc.	Grünspecht	2,19	0,62	28
	Elster	3,78	1,51	40
	Birkhahn	1,01	0,32	33
	Rohrhuhn	4,19	1,49	35
	Thurmschwalbe	4,45	1,21	27
	Papagei	5,31	1,19	22
	Storch	3,04	0,99	31
	Sperling	2,12	0,85	40
	Zeisig	2,11	0,52	25
	Schwalbe	1,65	0,47	28
	Singdrossel	1,56	0,39	25
	Blauracke	2,43	0,79	33
	Wilde Ente	1,10	—	—
	Krammetsvogel	1,77	0,26	15
	Mittel . . .	2,62	0,75	27

Man ersieht aus vorstehender Tabelle sofort, dass bis zu einem gewissen Grade der Kieselerdegehalt der Vogelfedern von der **Nahrung der Thiere** abhängig ist. Diess macht folgende Zusammenstellung des Mittelwerths übersichtlich:

	Asche	Kieselerde	Aschen-procente
Körnernahrung	4,84	1,98	40
Fleischnahrung	2,16	0,64	27
Beeren, Insecten	2,62	0,75	27
Fischnahrung	2,41	0,23	10,5

Auch das **Alter der Thiere** erscheint von Einfluss auf den Kieselerdegehalt der Vogelfedern, wie folgende Zusammenstellungen beweisen:

Thiere	In 100 Th. Substanz		In 100 Th. Asche
	Asche	Kieselerde	Kieselerde
Picus viridis Altes Thier . . .	2,19	0,62	28
" " Junges Thier . .	1,65	0,32	19
Corvus pica Altes Thier . . .	3,78	1,51	40
" " Junges Thier . .	2,30	0,74	32
Columba dom. Altes Thier . . .	2,37	0,59	25
" " Junges Thier . .	0,86	—	—

Nächst den Vogelfedern sind die Haare die kieselerdereichsten thierischen Stoffe, wie nachstehende Zusammenstellung übersichtlich macht:

	Stoffe	In 100 Th. Substanz		In 100 Th. Asche
		Asche	Kieselerde	Kieselerde
Gorup-Besanez	Kaninchenhaare	2,88	0,34	11,8
	Ochsenhaare	4,83	0,52	10,8
	Pferdehaare	1,46	0,21	14,6
	Rehhaare	7,11	0,57	8,1
	Bockshaare	1.95	0,18	9,4
	Hundehaare	2,25	0,28	12,5
	Meerschweinchenhaare .	1,31	0,12	9,4
	Menschenhaare			
	Menschenbart	0,92	—	—
	Braune Kopfhaare . . .	1,57	0,22	13,89
	Weisse „ . . .	1,20	0,11	9,52
	Schafwolle	3,23	0,29	8,3
(Weber)	Rindsblut	—	—	1,19
(Henneberg)	Hühnerblut	—	—	0,96
Poleck	Eiweiss von Hühnereiern	—	—	7,05
(Weidenbusch)	Rindsgalle	—	—	0,36

Ichthyosis-borken.

Schliesslich erwähnen wir noch zweier Analysen der Hautschuppen bei Ichthyosis und Pellagra, pathologischen Wucherungen der Epidermis.

Schlossberger fand in den Ichthyosisborken neben dem Keratin, dessen Elementarzusammensetzung mit jener der gesunden Epidermis übereinstimmte, in den alkoholischen und ätherischen Extracten, die deutlich sauer reagirten, ein flüssiges und ein festes Fett, und bedeutende Mengen von Cholesterin, und im weingeistigen Auszuge Hippursäure, in den wässrigen Auszügen weder Leim noch Albuminate, sondern die gewöhnlichen löslichen Salze des Thierkörpers, aber keine Sulfate. Die Asche enthielt nicht unbedeutende Mengen von Kieselerde und Eisenoxyd.

Schmetzer fand in einem exquisiten Falle von Pellagra in den Borken ebenfalls ein goldgelbes flüssiges, ein festes Fett, reichliche Mengen von Cholesterin, Tyrosin und Leucin (in den weingeistigen Auszügen), aber keine Hippursäure; im wässrigen Auszuge fand er ein Albuminat von eigenthümlichen von jenen der gewöhnlichen Albuminate etwas abweichenden Reactionen. Auch Schmetzer fand in der Asche

bemerkbare Mengen von Kieselerde, aber weder er noch Schlossberger vermochten die Ursache der constant sauren Reaction der Auszüge zu ermitteln. Ermittelt wurde nur, dass dieselbe weder durch flüchtige Fettsäuren, noch durch Milchsäure veranlasst war.

In 100 Theilen des in Wasser unlöslichen Theils der Asche der Ichthyosisborken fand Schlossberger:

Kieselerde	29,6
Phosphorsaures Eisen . . .	9,2
Phosphorsauren Kalk . . .	43,9
Phosphorsaure Bittererde .	17,3

In 100 Theilen des in Wasser löslichen Theils:

Chloralkalien	90,9
Schwefelsauren Kalk . . .	9,1

Das Verhältniss der löslichen zu den unlöslichen Salzen war 40 bis 45 lösliche auf 60 bis 55 unlösliche Salze.

Literatur zur Chemie des Horngewebes: Mulder: Vers. einer allgem. phys. Chemie. 1844. S. 542. — Schlossberger: Vers. einer allgem. u. vergl. Thierchemie 1856. S. 265 (enthält sehr vollständige Literaturangaben, und eine vollständige Monographie des Horngewebes): — Schmetzer: Inaug. Dissert. Erlangen 1862.

V. Chemie des Muskelgewebes.

a. Quergestreifte Muskeln.

Allgemeiner anatomischer und histologischer Charakter.

So wie alle übrigen Gewebe ist auch das Muskelgewebe eine morphologisch wie chemisch gleich sehr zusammengesetzte Substanz; den verschiedenen theils wesentlichen theils accessorischen Formelementen entsprechen auch verschiedene chemische Bestandtheile.

Anatomisch betrachtet enthält das Gewebe der gestreiften Muskelfasern ausser den charakteristischen Elementarformen constant andere Gewebe mehr oder weniger innig beigemengt, nämlich Nerven, Gefässe, Bindegewebe und elastisches Gewebe, dann Fettzellen und freies Fett, Blut, alles dieses durchtränkt von einer Flüssigkeit: dem Fleischsafte.

Die dem gestreiften Muskelgewebe wesentlich zukommenden histologischen Elemente sind die Muskelfäden oder Primitivbündel, die aus einer Hülle und einem contractilen Inhalte bestehen, erstere führt den Namen Sarcolemma oder Primitivscheide, letzterer wird auch wohl die Fleischmasse (sarcous element) genannt.

Wesentlich für den Bestand des Muskels erscheint ferner das Bindegewebe, welches die einfachen quergestreiften zu secundären Bündeln vereinigt, und letztere gegeneinander abgrenzt. Die bindegewebige Hüllen- und Verbindungsmasse des Muskels bezeichnet man mit dem

Namen Perimysium, sie enthält viele elastische Fasern beigemengt ausserdem mehr oder weniger zahlreiche Fettzellen.

Innig verwebt mit den wesentlichen histologischen Elementen des Muskels sind die histologischen Elemente der Gefässe und Nerven, und der Sehnen.

Aufgabe der chemischen Forschung.

Die chemische Untersuchung des Muskelgewebes hätte demnach die wesentlichen Bestandtheile desselben: die quergestreiften Muskelfäden getrennt in Betrachtung zu ziehen, und nachzuweisen, welche chemische Stoffe diese Elementarorgane enthalten, sie hätte zu ermitteln, welch Stoffe den accessorischen Gebilden entstammen, und welche endlich der eigentlichen Ernährungsflüssigkeit des Muskels zukommen. Weiterhi wäre zu ermitteln, welche Bestandtheile dem Sarcolemma und Perimysium, und welche dem contractilen Inhalte eigenthümlich sind.

Alle diese Fragen hat die Chemie bisher noch nicht zu lösen vermocht, doch haben die bisher angestellten Untersuchungen, namentlic die epochemachende Arbeit von Liebig über die chemisehe Natur de Muskels und seiner Umsatzproducte, sehr wichtige Aufschlüsse gegeben.

Chemische Bestandtheile der Fleisches.

Chemische Bestand-theile.

Im Fleische: dem oben geschilderten Gemenge von wesentliche und accessorischen Gewebselementen und von parenchymatösem Saft inclusive Blut und Lymphe hat man nachstehende Stoffe nachgewiesen.

Wasser, — Syntonin, — lösliches Albumin, — Fette, — Collagen, — einen rothen Farbstoff, — Elastinn und Keratin — Kreatin, — Kreatinin, — Sarkin, — Xanthin, — Inosit, — Inosinsäure, — Milchsäure, — Harnsäure, — flüchtige Fettsäuren, (Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure); — anorganische Salze: Chlornatrium, phosphorsaures Kali, phosphorsaures Natron, phosphorsaure Bittererde, phosphorsauren Kalk, — Eisen; — Gase: Kohlensäure, Sauerstoff.

In den Muskeln der Plagiostomen (Rochen und Haifische) finde sich Scyllit und Harnstoff, in jenen der Mollusken Taurin, i den embryonalen Muskeln verschiedener Thiere Glykogen, und auc wohl Leucin.

In den Muskeln des Menschen und der Säugethiere, überhaupt i den Muskeln der verschiedensten Thiere, mit Ausnahme jener der Plagiostomen, ist Harnstoff durchaus nicht aufzufinden; nur in den Muskeln vo Choleraleichen, und bei urämischen Zuständen hat man Spuren von Harnstoff nachgewiesen.

Vertheilung dieser Bestandtheile auf die Gewebselemente des Fleisches.

Was nun die Vertheilung dieser Stoffe auf die verschiedenen Gewebelemente des Fleisches anbetrifft, so kann Nachstehendes als mehr oder weniger erwiesen gelten.

Syntonin ist der wesentliche Bestandtheil des contractilen Inhal der Primitivbündel, kommt aber zum Theil auch auf Rechnung der co

ractilen Faserzellen, welche die Arterien- und Venenhäute der Muskeln nthalten:

Lösliches Albumin ist allerdings zum Theil auf das in den Geässen des Muskelgewebes zurückgebliebene Blut und auf den Inhalt der ymphgefässe zu beziehen, allein wie die Mengenverhältnisse unzweifelaft ergeben, ist der grösste Theil derselben auf Rechnung der das Muselgewebe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit zu setzen.

Die Fette sind zum Theil von den Nerven des Muskels abzuleiten, nd gilt dieses namentlich von den phosphorhaltigen Fetten (Oleophoshorsäure) und dem Cholesterin, zum Theil von den Fettzellen, zum Theil aber gehören sie dem Muskelfaden selbst an.

Das Collagen oder die leimgebende Substanz gehört dem Bindegewebe an, wie es als Perimysium, Neurilem, in der äusseren Schicht der Gefässwände, und in den Sehnen vorkömmt.

Der rothe Farbstoff ist dem Muskelfaden eigenthümlich und belingt die charakteristische Färbung des Fleisches der Säugethiere. Er st bei den quergestreiften Muskeln von intensiverer Färbung wie bei den latten Muskelfasern, und fehlt bei den niederen Vertebraten, deren Fleisch nur schwach geröthet, oder ganz blass ist, ganz oder grösstenheils. Das Pigment ist in reinem, angesäuertem und alkalischem Wasser öslich, und wird durch Sauerstoff röther, durch Schwefelwasserstoff dunker gefärbt. Das Verhältniss desselben zum Hämatin ist noch nicht geau ermittelt, doch liegen nicht hinreichende Gründe vor, um dasselbe ür identisch mit Hämatin zu erklären.

Elastinn und Kreatin stammen vom Epithelium der Gefässe, on den elastischen Fasern des Perimysiums, der Arterien und Venen, md wahrscheinlich auch von einem wesentlichen Bestandtheile des Muskelgewebes: vom Sarcolemma. Nach den Untersuchungen von Scherer md Kölliker besteht das Sarcolemma jedenfalls nicht aus leimgebender Substanz, und die mikrochemischen Reactionen sprechen für elastisches Gewebe.

Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure und Milchsäure sind als Producte der regressiven Stoffmetamorphose des Muskelgewebes aufzufassen; diess ist um so unzweifelhafter, weil diese Stoffe in anderen Geweben entweder gar nicht, oder nicht so constant und in solcher Menge vorkommen; Sarkin, Xanthin und Harnsäure dagegen finden sich auch in anderen Drüsengeweben; die Harnsäure sogar viel constanter, während sie im Muskelgewebe nur selten beobachtet wurde (Liebig, Schlossberger), so dass es gegenwärtig nicht möglich ist, zu entscheiden, aus welchem Gewebsbestandtheile des Fleisches diese Stoffe stammen.

Der Inosit wurde zunächst im Herzmuskel nachgewiesen, und es fragt sich überhaupt, ob er in anderen Parthieen des Muskelgewebes constant auftritt. Panum und Socoloff konnten ihn in anderen Muskelparthieen nicht auffinden, und Valentiner fand ihn zwar in den willkürlichen Muskeln in auffallend grosser Menge bei Säufern, nicht

aber in den Muskeln anderer an verschiedenen Krankheiten verstorbene Individuen. Da in den Fällen, wo er sich vorfand, er gerade im Herz muskel und in anderen Organen, in denen er normal vorzukommen pflegt fehlte, so ist es mehr wie wahrscheinlich, dass sein Vorkommen be Säufern eine pathologische Erscheinung ist. Anderseits aber hat ih Städeler vor Kurzem im Hundefleisch nachgewiesen.

Bei dem Umstande, dass demnach der Inosit sich zwar constant in Herzmuskel, aber auch in anderen Organen findet, und zwar oft in grös seren Mengen, während er in den übrigen quergestreiften Muskeln z fehlen scheint, ist es nicht möglich, sich eine bestimmte Anschauun von seiner Beziehung zum Stoffwechsel des Muskelgewebes zu bilden.

Die flüchtigen Fettsäuren, die man im Fleischsafte nachgewie sen hat, finden sich auch anderweitig im Organismus, und können au so verschiedene Weise entstehen, dass auch ihre Abstammung vorläufi dahingestellt bleiben muss.

Die anorganischen Salze des Fleisches, so wie man sie in de Asche findet, repartiren sich natürlich auf die verschiedenen wesent lichen und accessorischen Gewebsbestandtheile desselben. Der in de wässrigen Auszug übergehende Antheil derselben gehört aber jedenfall zum grössten Theile der Ernährungsflüssigkeit des Fleisches an, dafü spricht schon ihre eigenthümliche Vertheilung, welche eine von der in Blutplasma wesentlich verschiedene ist. Während im Blutplasma die Na tronverbindungen vorwiegen, ist in der Muskelflüssigkeit wenig Natro aber viel Kali enthalten. Während ferner im Blutplasma die alkalische Basen hauptsächlich an Chlor gebunden sind, ist in der Fleischflüssig keit sehr viel Phosphorsäure und wenig Chlor vorhanden, und erster Säure zum grössten Theil an Kali gebunden. Endlich ist unter de Verbindungen der Phosphorsäure mit Erden die phosphorsaure Bitte erde über den phosphorsauren Kalk überwiegend. Schwefelsaure Alka lien scheinen in der Fleischflüssigkeit gänzlich zu fehlen.

Von den aufgezählten Stoffen gehören dem Fleischsafte: der durc Extraction des Muskelgewebes mit kaltem Wasser und Auspressen ge wonnenen Flüssigkeit an:

Albumin, Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Xanthin, Inosit, Milchsäur Inosinsäure, Salze der flüchtigen Fettsäuren, Chlorverbindungen, phospho saure Alkalien, ausserdem das Pigment.

Ueber die Beziehungen der Gase zum Muskelgewebe vgl. weite unten (allgemeiner Gaswechsel).

Allgemeines chemisches Verhalten der quergestreiften Muskeln.

Das mikrochemische Verhalten der quergestreiften Muskelfasern gieb einige Aufschlüsse über die Natur der einzelnen morphologischen Bestand theile der Primitivbündel, und kann daher nicht wohl übergangen werde

Verdünnte Essigsäure und verdünnte Mineralsäuren machen die Primitivbündel aufquellen und erblassen, die Querstreifung wird deutlicher, die Kerne erscheinen in die Länge gezogen, das Sarkolemma bleibt aber unverändert. Mikro-chemische Reactionen.

Auch concentrirte Essigsäure bewirkt keine Veränderung des Sarkolemmas.

Concentrirte Salzsäure oder wenig verdünnte Schwefelsäure verwandelt nicht allzugrosse Fleischstücke nach kurzer Zeit in eine schleimige Masse, wobei die Primitivbündel in ziemlich kurze Parallelepipeda mit deutlicher Querstreifung zerfallen; ähnlich verhält sich concentrirte Salpetersäure.

In einem Gemisch von salpetersaurem und salpetrigsaurem Quecksilberoxydul nehmen die Muskelfasern eine purpurrothe Färbung an, die Primitivbündel sind in blass-blaurothe Parallelepipeda gespalten, das Sarkolemma aber bleibt ungefärbt. Die Querstreifung wird dabei aufs Schärfste sichtbar, während durch die Einwirkung von Salpeterlösung die Längsstreifung besonders deutlich wird.

Verdünnte Natronlauge verwandelt den Muskelcylinder in eine schleimige Masse, allein das im Querdurchmesser contrahirte Sarkolemma bleibt noch sichtbar; aus demselben sieht man unter dem Mikroskop eine gallertige Masse hervortreten.

Jodwasser färbt die Primitivbündel intensiv gelb, und lässt die Längsstreifen besonders deutlich hervortreten.

Aus diesen mikrochemischen Reactionen ergiebt sich zunächst, dass der contractile Inhalt der Primitivbündel, das Sarkolemma und die Substanz der Kerne chemisch different sind. Entscheidenden Aufschluss über die chemische Natur dieser morphologischen Elemente geben sie aber nicht, und es kann ein solcher von unter dem Mikroskop angestellten Reactionen auch nicht erwartet werden. Die Unlöslichkeit des Sarkolemmas in Säuren und Alkalien, wodurch es auch seine Elasticität nicht einbüsst, sowie seine Unlöslichkeit auch in kochendem Wasser schliessen die Möglichkeit, dass es aus Bindegewebe bestehe, aus, und machen es vielmehr sehr wahrscheinlich, dass es elastisches Gewebe ist. Deutung derselben.

Die chemische Natur der Substanz der Kerne ist noch vollkommen unaufgeklärt. Durch verdünnte Alkalien wird sie etwas langsamer aufgelöst, wie der contractile Inhalt der Muskelcylinder; von Säuren, auch von Essigsäure, wird sie allmählich gelöst.

Dass der contractile Inhalt endlich im Wesentlichen aus Syntonin besteht, ergiebt sich daraus, dass bei der Behandlung gereinigter Muskelfasern im Grossen wie unter dem Mikroskop mit höchst verdünnter Salzsäure die Sarkolemmaröhren sich allmählich entleeren, während die Lösung Syntonin enthält. Es geht im Uebrigen aber aus den Versuchen von Brücke und Kühne hervor, dass im lebenden Muskel das Syntonin in Lösung enthalten ist, und erst nach dem Tode darin erstarrt, ähnlich

wie das Fibrin. Bei der nach dem Tode erfolgenden Gerinnung des Syntonins spaltet sich eine freie Säure ab, und bedingt dadurch die saure Reaction abgestorbener Muskeln.

Wasserauszug des Muskelgewebes.

Wird möglichst fettarmes Fleisch sehr fein geschnitten, mit Wasser wiederholt angerührt, und mit Wasser vollständig erschöpft, so erhält man eine gewöhnlich weisslich getrübte, sauer reagirende Flüssigkeit; diese saure Reaction aber kommt dem lebenden und ruhenden Muskel nicht zu, denn dieser reagirt entweder neutral, oder schwach alkalisch; dieselbe ist aber auch nicht ein ausschliessliches Attribut des todtenstarren Muskels, denn einerseits kann man künstlich Gerinnung des Syntonins hervorrufen, ohne dass dabei die Bildung freier Säure beobachtet wird und anderseits hat man gefunden, dass die Muskeln auch während des Lebens in Folge oft wiederholter Contractionen, demnach bei energischer physiologischer Thätigkeit saure Reaction erlangen (Dubois-Reymond).

Reaction des Muskelsaftes.

Liebig's Methode der Analyse des Fleischsaftes.

Wird der wässerige Auszug des Fleisches aufgekocht, so scheidet sich eine so grosse Menge durch Farbstoff braun gefärbten Albumins ab, dass das Ganze breiartig wird. Entfernt man das coagulirte Albumin durch Coliren, so erhält man eine sauer reagirende, wenig oder röthlich gefärbte Fleischbrühe, die, über freiem Feuer concentrirt, sich allmählich dunkel färbt, und endlich einen braunen bratenartig riechenden Syrup hinterlässt. Setzt man dem Auszuge eine concentrirte Lösung von Aetzbaryt zu, so erhält man einen Niederschlag, der phosphorsauren Baryt, phosphorsaure Bittererde und geringe Mengen von schwefelsaurem Baryt enthält, und möglicherweise auch Sarkin enthalten kann. Wird das Filtrat von diesem Niederschlage vorsichtig im Wasserbade zur dünnen Syrupsconsistenz abgedampft, so scheiden sich während des Abdampfens schleimige Häute ab, die neben einer caseïnähnlichen Substanz auch kohlensauren Baryt (entstanden durch Einwirkung der Kohlensäure der Luft auf den aufgelösten Baryt) und zuweilen Sarkin enthalten. Das zur Syrupdicke abgedampfte Filtrat giebt bei längerem Stehen Krystalle von Kreatin.

Trennt man die Kreatinkrystalle von der Flüssigkeit, dampft letztere noch etwas weiter ein, und versetzt sie allmählich mit kleinen Parthieen Alkohol, bis milchige Trübung eintritt, so setzen sich aus dieser Mischung nach einigen Tagen gelbe oder weisse, körnige, blättrige, oder nadelförmige Krystalle ab, welche aus einem Gemenge von vielerlei Stoffen bestehen, worunter Kreatin und inosinsaures Kali, oder auch wohl inosinsaurer Baryt. War der Zusatz von Baryt gerade hinreichend, um die Phosphorsäure auszufällen, so enthalten die Krystalle inosinsaures Kali, war Baryt überschüssig, so bestehen sie aus inosinsaurem Baryt oder aus einem Gemenge beider Salze.

Versetzt man die über dem Absatze stehende, und davon getrennte Flüssigkeit mit neuen Portionen Alkohol, so erfolgt gewöhnlich eine Scheidung in zwei Schichten: eine untere dicke syrupartige, und eine obere

leichtere. Die untere Schicht kann in der Kälte Krystalle von Chlorkalium absetzen. Giesst man die leichtere Schicht ab, und versetzt die schwerere mit ihrem gleichen Volumen gewöhnlichen Aethers, wobei eine milchige Trübung und in der Ruhe eine neue Scheidung eintritt, so enthält die untere schwerere Schicht milchsaures Alkali, Inosit, und möglicherweise Salze der flüchtigen Fettsäuren, während in der leichteren Kreatinin enthalten ist. Dampft man die äther- und alkoholhaltige Flüssigkeit bis zur Syrupsconsistenz ab, und lässt stehen, so kann der Rückstand allmählich zu feinen blättrigen Krystallen erstarren, die Kreatin und Kreatinin enthalten. Das Kreatin scheidet sich aus der siedendheiss bereiteten alkoholischen Lösung dieser Krystalle sogleich nach dem Erkalten aus, während aus der Mutterlauge das Kreatinin krystallisirt.

Darstellung der flüchtigen Fettsäuren und des Inosits aus Fleisch nach Scherer.

Wird die syrupdicke schwere Schicht mit der Mutterlauge des Kreatins und Kreatinins vereinigt, sämmtlicher noch vorhandener Baryt durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure ausgefällt, und das Filtrat bei gelinder Wärme destillirt, so enthält das Filtrat flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure; schüttelt man den Destillationsrückstand mit Aether, dampft die ätherische Lösung zur Syrupsconsistenz ab, behandelt abermals mit einer Mischung von Alkohol und Aether, entfernt den Aether durch Verdunstung, und vermischt den Rückstand mit Kalkmilch bis zur stark alkalischen Reaction unter Erwärmen, so scheidet sich aus dem Filtrat allmählich milchsaurer Kalk aus.

Versetzt man den durch Schütteln mit Aether von der Milchsäure etc. befreiten Destillationsrückstand allmählich mit so viel starkem Weingeist, bis sich die Flüssigkeit trübt, und lässt ruhig stehen, so krystallisirt allmählich fast sämmtliches Kali an Schwefelsäure gebunden heraus. Versetzt man mit neuen Mengen Alkohol, so krystallisirt Inosit, wenn selber zugegen ist (Scherer). Auch kann man die Flüssigkeit, aus der der Inosit abgeschieden werden soll, kochend mit Alkohol versetzen; entsteht hierbei ein starker am Boden des Glases stark haftender Niederschlag, so giesst man nur die heisse alkoholische Lösung ab, entsteht aber eine flockige, nicht klebende Fällung, so filtrirt man sie ab. Aus dem Filtrat scheidet sich der Inosit aus (Cooper-Lane).

Darstellung des Sarkins aus Fleisch nach Strecker.

Verdünnt man die Mutterlauge des Kreatins mit Wasser, und erhitzt nach Zusatz einer Lösung von essigsaurem Kupferoxyd zum Kochen, so erhält man einen mehr oder minder bedeutenden Niederschlag; wird derselbe mit kochendem Wasser ausgewaschen, hierauf in Wasser vertheilt, Schwefelwasserstoff eingeleitet, zum Kochen erhitzt, und von dem gebildeten Schwefelkupfer abfiltrirt, so erhält man eine gelb oder gelblich gefärbte Lösung von Sarkin, woraus es beim Erkalten, vollständiger beim Verdunsten theils in Flocken, theils als am Glase haftender Ueberzug erhalten wird (Strecker).

Darstellung des Sarkins und Xanthins aus Fleisch nach Städeler.

Wird Fleisch fein zerhackt, mit Weingeist zu einem dünnen Brei angerührt, erwärmt, die Flüssigkeit abgepresst, der Rückstand hierauf einige Stunden mit Wasser von 50° C. digerirt, und die abgepresste Flüssigkeit mit der früher erhaltenen weingeistigen vereinigt, hierauf von den vermischten Auszügen der Weingeist abdestillirt, und das eingeengte Filtrat mit Bleizucker versetzt, so erhält man einen Niederschlag, und im Filtrate von diesem durch Bleiessig abermals einen Niederschlag. Das Filtrat vom Bleiessigniederschlag giebt, mit essigsaurem Quecksilberoxyd vermischt, abermals einen starken gelblichen Niederschlag. Der Bleiessigniederschlag sowie der durch essigsaures Quecksilberoxyd entstandene Niederschlag enthalten Xanthin, ersterer aber ausserdem noch Inosit (beim Hundefleisch, Städeler), letzterer Sarkin, Kreatin und Kreatinin. Wird der Bleiessigniederschlag in Wasser suspendirt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt, so giebt die Flüssigkeit beim Verdampfen Xanthin und Inosit.

Der Quecksilberniederschlag auf dieselbe Weise behandelt, scheidet beim Abdampfen des Filtrats vom Schwefelquecksilber Xanthin und Sarkin aus. Die von der ersten Abscheidung des Xanthins und Sarkins abfiltrirte salzsäurehaltige Lauge verdampft und mit Alkohol ausgezogen liefert salzsaures Kreatinin, während das in Alkohol Unlösliche hauptsächlich aus Sarkin besteht. Das Filtrat vom Quecksilber-Niederschlage enthält Kreatin (Städeler). Behandelt man das ausgeschiedene Gemenge von Xanthin und Sarkin mit verdünnter Salzsäure, so geht das Sarkin in Lösung, das Xanthin bleibt grösstentheils ungelöst (Scherer).

Abscheidung des Kreatins nach Städeler's Methode.

Wird zerhacktes und mit grobem Glaspulver zerriebenes Fleisch mit Weingeist angerührt, gelinde erwärmt, ausgepresst, der Weingeist abdestillirt, der Rückstand mit Bleiessig gefällt, das Filtrat mit Schwefelwasserstoff entbleit, und das Filtrat zur Syrupsconsistenz verdunstet, so erhält man eine Krystallisation von Kreatin (Städeler).

Gewinnung des Syntonins.

Wird mit Wasser vollständig erschöpftes Fleisch mit Wasser angerührt, dem $^1/_{100}$ Salzsäure zugesetzt ist, und werden die filtrirten Auszüge mit einem Alkali neutralisirt, so erhält man eine anfangs nur opalisirende Gallerte, so dass die ganze Flüssigkeit wie frisch erstarrter Leim zittert, allmählich aber setzt sich das Syntonin in weissen noch halbdurchscheinenden Flocken zu Boden.

Muskelsubstanz, so lange sie noch lebt, d. h. so lange sie auf galvanische Reize sich noch contrahirt, absorbirt Sauerstoff und exhalirt Kohlensäure, und zwar um so mehr, je häufigere Contractionen stattgefunden haben (Georg Liebig, Matteucci, Valentin).

Quantitative Zusammensetzung des Fleisches.

Quantitative Verhältnisse.

Das Fleisch ist ein Gemenge verschiedener Gewebe in sehr variablen Verhältnissen, und das Wesentliche dieser Gewebe: das Gewebe

der quergestreiften Muskelfasern, anatomisch scharf zu isoliren, ist bisher nicht gelungen. Eine quantitative Analyse des ganzen Fleisches, eine Gewichtsbestimmung seiner chemischen Bestandtheile kann deshalb nicht darauf Anspruch machen, ein Bild der Zusammensetzung des Fleisches ein- für allemal zu geben, eine solche ist vielmehr immer nur der Ausdruck des vorliegenden Einzelfalles. Es versteht sich ohne Weiteres, dass dadurch der Werth derartiger Analysen sehr geschmälert wird, und zwar um so mehr, je schwieriger es ist, auch nur annähernd gleiche Bedingungen herzustellen. Zwar hat man das Fleisch vor der Analyse möglichst gereinigt, präparirt und insbesondere das Fett beseitigt, allein eine mechanische Präparation kann der Natur der Sache nach den Zweck nur annäherungsweise erreichen. Zu alle dem kommt, dass uns sehr scharfe analytische Methoden zur Trennung der wesentlicheren Fleischbestandtheile nicht zu Gebote stehen, und gerade für die chemisch am besten individualisirten Stoffe, Kreatin u. s. w., hat dieser Umstand die unbeschränkteste Geltung.

Grössere Reihen von Fleischanalysen, und zwar des Fleisches verschiedener Thiere, wurden von Schlossberger und von v. Bibra angestellt. Es wurde bei diesen Analysen nur der Gehalt an Wasser, festen Stoffen, löslichen Albuminaten, Fett, Glutin und Wasserextract und Weingeistextract bestimmt. Wir stellen einige dieser Analysen tabellarisch zusammen, namentlich um zu zeigen, wie gross trotz Allem die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Fleisches sehr verschiedener Thiere ist, wenn man von dem natürlich sehr verschiedenen Fettgehalte absieht. Ganz unentschieden bleibt es, woher der verschiedene Geschmack des Fleisches verschiedener Thiere rührt; der Stoff, der ihn verursacht, ist jedenfalls nur in geringer Menge zugegen, und vorläufig nicht bekannt.

Quantitative Analyse des Fleisches.

In 1000 Theilen	Fleisch verschiedener Thiere													
	Ochsenfleisch.		Kalbfleisch.		Rehfleisch.		Schweinefleisch.	Menschenfleisch.	Taubenfleisch.	Hühnerfleisch.	Wilde Ente.	Teichforelle.	Karpfen.	Froschfleisch.
	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	v. Bibra
Wasser	775,0	776,0	782,0	780,6	783,0	746,3	783,0	744,5	760	773	717,6	805	797,8	804,3
Feste Stoffe . . .	225,0	224,0	218,0	219,4	217,0	253,7	217,0	255,5	240	227	282,4	195	202,2	195,7
Lösliches Albumin } Farbstoff	22,0	19,9	26,0	12,9	23,0	19,4	24,0	19,3	45	30	26,8	44	23,5	18,6
												—	—	—
Glutin	13,0	19,8	16,0	44,2 }	28,0	5,0	8,0	20,7	15	12	12,3	22	19,8	24,8
Weingeistextract	15,0	30,0	14,0	12,9 }		47,5	17,0	37,1	10	14	41,2	16	34,7	34,6
Fett	—	—	—	—	—	13,0	—	23,0	—	—	25,3	—	11,1	1,0
Muskelfaser, Gefässe etc. . . .	175,0	154,3	162	149,4	180,0	168,1	168,1	155,4	170	165	176,8	111	113,1	116,7

Die wesentlichste Differenz bei diesen und anderen Analysen bietet der Wassergehalt des Fleisches der Fische dar, welcher bei diesen durchschnittlich um 2 bis 3 Proc. höher ist, wie bei den Säugethieren und Vögeln. Bemerkenswerth ist ferner der durchschnittlich grössere Gehalt des Fleisches der Vögel an Albuminaten, gegenüber dem der Säugethiere. Weitere Schlüsse aus zum Theil sehr vereinzelten und veralteten Analysen des Fleisches anderer Thiere, namentlich der Fische zu ziehen, wie dies wohl geschehen ist, erscheint von einem einigermaassen exacten und kritischen Standpunkte aus wenig räthlich.

Ueber die Gewichtsverhältnisse des Kreatins liegen nur wenige, über die der übrigen Bestandtheile des Fleischsaftes (Kreatinin, Inosinsäure, Milchsäure, Xanthin, Sarkin) gar keine genaueren Beobachtungen vor.

Liebig fand in 1000 Theilen	Hühnerfleisch	3,5	Kreatin
	Magerem Pferdefleisch .	0,7	"
Gregory " " " "	Hühnerfleisch	3,2	"
	Ochsenherz	1,4	"
	Taubenfleisch	0,8	"
	Stockfisch	1,7	"
	Rochen	0,6	"
Städeler " " " "	Ochsenfleisch	0,6	"
Derselbe Chemiker fand in 1000 Theilen	Hundefleisch	0,25	Sarkin u. Xanthin
	Ochsenfleisch	0,15	" " "

Quantitative Zusammensetzung der Fleischasche.

Quantitative Verhältnisse der anorganischen Fleischbestandtheile. — Schon Chevreul machte auf den Salzreichthum des Muskelsaftes aufmerksam, und berechnete, dass beim Ochsen diese Salze ein Viertel aller beim Kochen des Fleisches an das Wasser gehenden Bestandtheile ausmachen. Er fand in der Asche der Fleischbrühe 81 Proc. in Wasser lösliche Salze, Angaben, die durch die neueren Untersuchungen von Liebig und Anderen sich als durchaus richtig herausstellten, und wie Liebig gezeigt hat, für die physiologisch-diätetische Bedeutung des Fleisches und der Fleischbrühe von grösster Bedeutung sind.

Durch eine Reihe sehr genauer Analysen der Fleischasche, die wir unten mittheilen, hat sich ergeben, dass die löslichen Salze des Fleisches ganz vorzugsweise aus phosphorsauren Alkalien bestehen, und die Chlorverbindungen darin so sehr zurücktreten, dass man sie nach dem Vorgange Liebig's auf den Gehalt des Fleisches an Blut und Lymphe zurückführen kann. Ebenso merkwürdig ist es, dass, während im Blut und namentlich im Blutserum die Natronverbindungen vorwiegen, im Fleische nur sehr geringe Mengen von Natron vorkommen, wenn man vom Chlornatrium absieht, manchmal sogar keines. Nach den Untersuchungen von Liebig und Henneberg kommen:

Auf 100 Theile Natron:	Kali im Blut	Kali im Fleisch
beim Huhn	40,8	381
„ Ochsen	5,9	279
„ Pferde	9,5	285
„ Fuchs	—	214
„ Hecht	—	497

Die phosphorsauren Alkalien der Fleischasche sind theils drei-, theils zweibasische, beim Huhn theils ein- und theils zweibasische; aus allen Beobachtungen geht jedenfalls so viel hervor, dass im Fleischsafte saure phosphorsaure Alkalien vorhanden sind. Diess erklärt, warum in der Fleischbrühe auch Erdphosphate gelöst sind, was freilich auch zum Theil durch die freie Milchsäure bewirkt sein könnte.

Wir theilen in Nachstehendem einige Analysen der Gesammtasche des Fleisches mit:

Fleischasche verschiedener Thiere.

In 100 Theilen Asche	Weber. Pferdefleisch	Stölzel. Ochsenfleisch	Staffel. Kalbfleisch	Echevarria. Schweinefleisch	Zedeler. Stockfischfleisch
Kali	39,40	35,94	34,40	37,79	3,70
Natron	4,86	—	2,35	4,02	4,26
Magnesia	3,88	3,31	1,45	4,81	3,27
Kalk	1,80	1,73	1,99	7,54	40,22
Kalium	—	5,36	—	—	—
Natrium	} 1,47	—	} 10,59	0,40	} 15,11
Chlor		4,86		0,62	
Eisenoxyd	1,00	0,98	0,27	0,35	0,54
Phosphorsaures Eisenoxyd .	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	46,74	34,36	48,13	44,47	16,78
Schwefelsäure	0,30	3,37	—	—	1,64
Kieselsäure	—	2,07	0,81	—	—
Kohlensäure	—	8,02	—	—	13,56

Aus diesen Analysen ergeben sich sehr bemerkbare Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Asche des Fleisches verschiedener Thiere. Das Kalbfleisch, wenn man von dem Kochsalzgehalte absieht, ist ärmer an Alkalien wie das Ochsenfleisch, und ärmer an Eisenoxyd, dagegen enthält es bedeutend mehr Phosphorsäure, wie zur Hervorbringung eines alkalischen Salzes dieser Säure nöthig ist. Die so beträchtlich abweichenden Zahlen für das Stockfischfleisch finden ihre Erklärung in der Behandlung desselben; es bezieht sich nämlich die Analyse auf mit Kalkwasser gewässerten und ausgelaugten Stockfisch; durch diese Behandlung wird natürlich ein grosser Theil der löslichen Salze entfernt,

während in dem Wässern mit Kalkwasser der hohe Kalkgehalt seine genügende Erklärung findet. Der Instinct hat in dieser Behandlung das von der Wissenschaft gebotene Mittel gefunden, um einen Theil der Phosphorsäure wenigstens in der Form von Knochenerde in der Speise zu behalten.

Um das Verhältniss kennen zu lernen, in welchem bei der Bereitung der Fleischbrühe beim Sieden des Fleisches dem letzteren die löslichen Salze entzogen werden, wurden von Keller in Liebig's Laboratorium quantitative Analysen der Asche der Fleischbrühe und des unlöslichen Fleischrückstandes angestellt. Dabei wurde beobachtet, dass von der Asche des ganzen Fleisches 82 Proc. auf die Fleischbrühe kamen, dass mithin durch Kochen mit Wasser $^4/_5$ aller Salze des Ochsenfleisches ausgezogen werden können.

Vertheilung der Salze auf Fleischbrühe und Rückstand beim Kochen des Fleisches.

Diese Verhältnisse macht nachstehende nach Keller's Analysen entworfene Tabelle übersichtlich.

Bestandtheile	Fleischbrühe. In 100 Theilen Asche		Fleischrückstand. In 100 Theilen Asche	
	lösl. Salze	unlösl. Salze (in der Kohle bleibend)	lösl. Salze	unlösl. Salze (in der Kohle bleibend)
Kali	34,18	4,69	6,76	20,13
Phosphorsäure	23,55	2,72	5,92	32,48
Chlorkalium	17,23	0,80	—	—
Schwefelsaures Kali . . .	6,99	0,83	—	—
Phosphorsaure Erden und Eisenoyd	—	9,39	0,91	33,28
	81,95	18,43	13,59	85,89

Berechnet man mit Keller für die Zusammensetzung der ganzen Fleischasche folgende Zahlen:

Phosphorsäure	36,60
Kali	40,20
Erden und Eisenoxyd	5,69
Schwefelsäure	2,95
Chlorkalium	14,81
	100,25

so gehen davon beim Kochen des Fleisches

	in die Fleischbrühe	es bleiben im Fleische
Phosphorsäure	26,24	10,36
Kali	35,42	4,78
Erden und Eisen . . .	3,15	2,54
Schwefelsäure	2,95	—
Chlorkalium	14,81	—
	82,57	17,68

Diese Verhältnisse erklären zur Genüge, warum gekochtes Fleisch ohne die Brühe nicht den ganzen Ernährungswerth des Fleisches repräsentiren kann. Durch den Mangel an Salzen wird die Fähigkeit des gekochten Fleisches, eine Veränderung im Körper zu erleiden, nicht aufgehoben, aber seine Hauptbestandtheile (Fleischfibrin und Albumin) können aus Mangel an den nöthigen Vermittlern nicht mehr vollständig Blut erzeugen (Liebig). Das ausgekochte Fleisch enthält in seiner Asche über 17 Proc. Phosphorsäure mehr, als zur Hervorbringung von alkalischen Salzen dieser Säure, wie sie das Blut verlangt, erforderlich ist (Liebig).

Die Abnahme des Ernährungswerthes des eingesalzenen Fleisches erklärt sich aus ganz ähnlichen Verhältnissen. Das frische Fleisch enthält, wie uns nun bereits bekannt ist, über $^3/_4$ seines Gewichtes an Wasser, aber das Vermögen des Fleisches, salzhaltiges Wasser zurückzuhalten, ist weit geringer; daher kommt es, dass frisches Fleisch in Berührung mit Kochsalz, indem das Wasser desselben allmählich zu Salzwasser wird, Wasser ausfliessen lässt; dieses austretende Wasser aber: die Salzlake, enthält einen beträchtlichen Theil der wirksamen organischen und anorganischen Bestandtheile des Fleisches, es enthält namentlich phosphorsaures Kali, welches demnach dem Fleische entzogen wird, und durch das Kochsalz des eingesalzenen Fleisches natürlich nicht ersetzt wird. Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse dienen nachfolgende Zahlen.

Asche von ungesalzenem und von eingesalzenem Fleisch.

In 100 Theilen Asche	Schweinefleisch ungesalzen. Echevarria	Schweinefleisch Schinken. Thiel	Ochsenfleisch ungesalzen. Stölzel	Ochsenfleisch gesalzen. Thiel
Kali	37,79	5,30	35,94	24,70
Natron	4,02	—	—	—
Magnesia	4,81	0,54	3,31	1,90
Kalk	7,54	0,41	1,73	0,73
Kalium	—	1,25	5,36	—
Natrium	0,40	34,06	—	16,82
Chlor	0,62	53,72	4,86	25,95
Eisenoxyd	0,35	—	0,98	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	0,10	—	1,04
Phosphorsäure	44,47	4,71	34,36	21,41
Schwefelsäure	—	0,12	3,37	0,62
Kieselsäure	—	—	2,07	0,20
Kohlensäure	—	—	8,02	—

Menge der Gesammtasche.

Bestimmungen des Gesammtaschengehalts des bei 100° C. getrockneten Fleisches verschiedener Thiere wurden von v. Bibra angestellt. Er fand:

Mensch	4 Procent
Hase	4 „
Reh	4 „
Vögel	4 bis 7 Procent
Fische	4 „ 7 „

Physiologische Verschiedenheiten.

Zusammensetzungsänderungen des Fleisches durch physiologische und phathologische Verhältnisse. Es liegen hierüber verhältnissmässig wenige verwerthbare Beobachtungen vor. Von physiologischen Verhältnissen üben auf die chemischen Verhältnisse des Muskelgewebes einen mehr oder weniger hervorragenden Einfluss aus: a. Art und Alter der Thiere, b. Thätigkeit und Ruhen des Muskels.

Art und Alter der Thiere.

Art und Alter der Thiere. Wir haben bereits weiter oben auseinandergesetzt, dass die quantitativen Analysen des Fleisches verschiedener Thiere nur sehr geringe Differenzen erkennen lassen. Die Differenzen, insofern sie vorhanden sind, beziehen sich zunächst nur auf den Wassergehalt, die Beschaffenheit des Syntonins, die Natur der vorhandenen Fette, und auf einen nicht gekannten, den verschiedenen Geschmack der Fleischsorten bedingenden Stoff.

Nach den vorhandenen Untersuchungen enthalten Fische und Wirbellose mehr Wasser, wie Säugethiere und Vögel.

Bezüglich des Muskelfaserstoffs oder Syntonins hat Liebig darauf aufmerksam gemacht, dass sich bei einigen Thieren (Huhn, Rind) beinahe die ganze Faser in salzsäurehaltigem Wasser löst, während bei anderen, z. B. dem Kalbe, nur ein geringer Theil derselben in Lösung geht. Lehmann versucht diesen Umstand durch die Annahme zu erklären, dass bei dem jungen Thiere zwar dieselbe Menge von Sarkolemma und accessorischen Gewebstheilen sich vorfinde, wie beim erwachsenen, die Muskelröhren aber dünner und ärmer an Füllung seien.

Der Fettgehalt des Fleisches zeigt ausserordentliche Differenzen zwar bei verschiedenen Thieren, aber auch bei einer und derselben Thierspecies, so dass sich allgemeine Schlüsse nicht wohl ziehen lassen. Nach den Untersuchungen von Valenciennes u. Fremy würde sich neben Olein, Palmitin und Stearin im Fett des Fleisches auch Oleophosphorsäure vorfinden, und zwar würde diese Fettsäure in verschiedenen Thierclassen in sehr wechselnder Menge enthalten sein. Die Fische mit weichem weissen Fleische, wie der Weissfisch, die Scholle und Bütte, enthielten nur sehr wenig davon, während die Fische mit compactem Fleische, wie die Makrele, Forelle und der Lachs, sehr bedeutende Mengen davon führten. Es nimmt ferner die Oleophosphorsäure in dem Muskelgewebe mit dem Alter der Thiere zu (Valenciennes u. Fremy). Besonders fettreich ist das Fleisch gewisser Fische, so namentlich des Aals.

Ausser diesen Fetten enthalten die gefärbten Muskeln einiger Fische, wie des Lachses und der Lachsforelle, einen eigenthümlichen rothen Farbstoff, der durch Aether ausgezogen werden kann, und nach Valenciennes u. Fremy aus einem Fette besteht, das die Eigenschaften einer schwachen Säure besitzt, und in einem neutralen Fette gelöst ist (Lachssäure, Acide salmonique).

Das Alter der Thiere äussert einen bestimmenden Einfluss auf den Wassergehalt der Thiere; die Muskeln junger Thiere enthalten mehr Wasser, wie die älterer; embryonale Muskeln sind ausserdem weicher, weniger gefärbt, durchsichtiger, und enthalten Glykogen, welches in diffuser körniger Form in den Sarkolemmcylindern enthalten ist; kurze Zeit nach der Geburt verschwindet es. Die Producte des Umsatzes des Muskelgewebes, d. h. die Bestandtheile der Fleischflüssigkeit, scheinen bei allen Wirbelthieren und auch bei einigen Wirbellosen dieselben zu sein; im Muskelgewebe der Mollusken dagegen findet sich merkwürdigerweise Taurin neben Kreatin und Kreatinin.

Ruhe und Bewegung.

Ruhe und Bewegung. Im bewegten Muskel ist der Gaswechsel ein energischerer, er entwickelt mehr Wärme, er erzeugt freie Säure, und in den durch elektrische Reizung ermüdeten Muskeln ist das Alkohol-extract vermehrt, das Wssserextract vermindert im Vergleiche zu Muskeln derselben Art, die in Ruhe verblieben waren (Helmholtz).

Die Muskeln zu Tode gehetzter Thiere, sowie Muskeln, die vor dem Tode heftigen Contractionen unterlagen, solche endlich, die durch elektrische Reize bis zur Ermüdung angestrengt waren, sollen rascher in Fäulniss übergehen, wie solche, die vor dem Tode in Ruhe gewesen waren (Dubois-Reymond). Muskeln, die während des Lebens durch irgend eine Veranlassung tetanisch wurden, sollen unmittelbar nach dem Tode todtenstarr werden (Sommer, Brücke).

Einige auf den Wassergehalt bezügliche Thatsachen.

Es verdienen hier noch nachstehende auf den Wassergehalt der Muskeln bezügliche Beobachtungen Erwähnung.

Schottin will gefunden haben, dass der Wassergehalt der Muskeln in einer nahezu unveränderlichen Beziehung zum Wassergehalt des Blutserums stehe, durchschnittlich enthalte nämlich der Muskel 9,9 Proc. Wasser weniger, wie das Blutserum des betreffenden Thieres; dieses Verhältniss mache sich auch bei Krankheiten geltend, indem mit dem steigenden Wassergehalt des Blutserums auch jener des Muskels zunehme und umgekehrt.

Falck und Scheffer haben gefunden, dass verdurstende Thiere unter allen Geweben aus den Muskeln am meisten Wasser verlieren. Sehr merkwürdig ist ferner die Beobachtung von Georg Liebig, der fand, dass Muskeln, die 5 bis 8 Stunden in einer Kohlensäureatmosphäre gelegen hatten, die Fähigkeit verlieren, ihr imbibirtes Wasser und die darin gelösten Stoffe zurückzuhalten.

Patholo-gisch-chemische Veränderungen.

Ueber die pathologisch-chemischen Veränderungen der Muskelsubstanz weiss man noch weniger, wie über die physiologischen. Die bedeutendste auf diesem Gebiete ermittelte Thatsache ist die, dass in der Cholera die Muskeln Harnstoff enthalten, der bekanntlich im Muskelgewebe der Säugethiere unter normalen Verhältnissen gänzlich fehlt; er findet sich bei dieser Krankheit in den Muskeln sogar in reichlicherer Menge wie im Blute und anderen Geweben (Buhl u. Voit, v. Bibra). Ausserdem ist in der Cholera der Wassergehalt des Muskels vermindert.

Harnstoff im Muskelgewebe bei der Cholera.

Der Thatsache des Harnstoffgehaltes giebt man die Deutung, dass auch im normalen Stoffwechsel des Muskels Harnstoff erzeugt, aber in der Gesundheit aus dem Gewebe sofort durch das Blut weggeschafft werde; Liebig vermuthet, dass insbesondere der Kochsalzgehalt des gesunden Blutes seine Elimination befördere; in der Cholera aber verliert das Blut neben vielem Wasser auch den grössten Theil seines Kochsalzes, und dadurch werde die Möglichkeit geboten, dass der Harnstoff sich im Muskelgewebe anhäufen könne. Da in Choleraleichen diejenigen Muskeln vorzüglich reich an Harnstoff sind, welche während der Krankheit von starken Krämpfen befallen waren, so wird es mehr wie wahrscheinlich, dass durch die Thätigkeit des Muskels die Harnstofferzeugung wo nicht bedingt, so doch mindestens gesteigert werde.

v. Bibra fand bis zu 0,3 Proc. Harnstoff des getrockneten Muskels.

Eine andere in den Bereich der Chemie fallende pathologische Veränderung des Muskelgewebes ist seine fettige Entartung, welche theils auf übermässiger Fettablagerung in das interstitielle Bindegewebe, theils auf Fettumwandlung oder Resorption der Muskelsubstanz mit Fettersatz beruht. In den fettig entarteten Muskeln eines männlichen Individuums vom Oberschenkel fand Georg Liebig 49 Proc. Fett des frischen Fleisches. Die Natur der Fette bei fettiger Entartung ist nicht näher ermittelt. In dem von G. Liebig beobachteten Falle blieb das ausgelassene Fett auch nach dem Erkalten flüssig, war also wohl reich an Oleïn. Ueber die Frage der Bildung von Fett aus Albuminaten vgl. S. 41 u. 159.

Ueber den Chemismus der Zubereitung des Fleisches als Nahrungsmittel.

Culinarische Beziehungen.

Das Fleisch, wie es von den Menschen der Culturländer genossen wird, erfährt vorher eine Zubereitung. Je nach der Art der Zubereitung aber wird ein Nahrungsmittel von sehr verschiedenem Ernährungswerth gewonnen, und es unterscheiden sich in dieser Beziehung gesottenes, gebratenes und gedämpftes Fleisch sehr wesentlich.

Gesottenes Fleisch mit der dabei gewonnenen Fleischbrühe enthält den unverkürzten Nahrungswerth des Gesammtfleisches; ohne die Fleischbrühe aber nur einen Theil der nahrhaften Fleischbestandtheile, und zwar um so weniger, je vollständiger die löslichen Stoffe ausgezogen sind.

Beim Kochen des Fleisches hat das zugegossene Wasser, unterstützt von der Wärme, die Wirkung, dass die in dem Fleische enthaltenen löslichen Stoffe mehr oder weniger vollständig ausgelaugt werden. Hierher gehören vorzugsweise die anorganischen Salze des Fleisches, und es genügt in der That, einen Blick auf die Analysen der Asche des Fleisches, der Fleischbrühe und des ausgekochten und ausgelaugten Fleisches zu werfen, um zu sehen, dass beim Kochen des Fleisches und Auslaugen desselben die überwiegende Menge der Salze in die Fleischbrühe übergeht. Es gehören aber zu den auslaugbaren Stoffen auch Kreatin, Kreatinin, milchsaure und inosinsaure Salze, endlich die leimgebenden Gewebe, die wenigstens nach längerem Kochen sich in Leim verwandeln, und dann in Lösung gehen. Sieden des Fleisches.

Wird, wie dies häufig geschieht, das Fleisch in kaltem Wasser angesetzt, und dieses erst allmählich zum Sieden gebracht, so verliert das Fleisch die auslaugbaren Stoffe in grosser Menge, indem dieselben in die Fleischbrühe gehen; in diesem Falle wird die Fleischbrühe sehr kräftig, und um so kräftiger, je langsamer das Fleisch erwärmt und zum Sieden gebracht wird; in diesem Falle wird, so lange die Temperatur noch nicht 60° C. erreicht hat, auch lösliches Albumin ausgezogen, welches ebenfalls in die Fleischbrühe geht und dem Fleische entzogen wird, welches dadurch natürlich an Nährwerth verliert; ist aber die Temperatur auf 65 bis 70° C. gestiegen, so gerinnt das in der Fleischbrühe gelöste Albumin, und wird in der Küche als eine graue Masse abgeschöpft und entfernt. Gleichzeitig aber gerinnt auch das noch im Fleische befindliche lösliche Albumin, und dadurch wird der weiteren Auslaugung des Fleisches überhaupt eine Grenze gesetzt. Das Albumin verstopft nämlich von dem Augenblicke seiner Gerinnung an die Wege, durch welche der Saft im Inneren mit dem äusseren Wasser communicirte. Von diesem Zeitpunkte an kann durch die vom geronnenen Albumin gebildete Hülle kein Wasser, sondern nur noch Wärme in das Innere des Fleisches dringen; sie bewirkt dort, während alles noch vorhandene Flüssige und Gelöste mit der Faser vereinigt bleibt, das Garwerden des Fleisches, und wenn sie richtig wirkt und das Fleisch möglichst rasch zum Kochen gebracht wurde, den Zustand, welchen man saftig nennt. Bei der gewöhnlichen Methode des Fleischsiedens dauert daher die Auslaugung nur eine Zeit lang, und erstreckt sich nur auf ein geringe Tiefe.

Gekochtes Fleisch, wenn es ohne Fleischbrühe genossen wird, eignet sich zur Ernährung um so weniger, mit je mehr Wasser dasselbe angesetzt, und je langsamer das Wasser bis zum Gerinnungspunkte des Albumins erwärmt wurde, je vollständiger mit anderen Worten seine löslichen Bestandtheile ausgelaugt wurden. Je mehr diess der Fall ist, desto fester und ungeniessbarer wird ausserdem das Fleisch, denn die riechenden und schmeckenden Bestandtheile des Fleisches gehen ebenfalls in die Fleischbrühe, so dass völlig ausgelaugtes Fleisch verschiedener Thiere durch den Geschmack kaum mehr unterschieden werden kann, und ausgelaugtes

Kalbfleisch z. B. mit dem Safte von Ochsenfleisch genossen genau den Geschmack des letzteren besitzt.

Die Fleischbrühe.

Die Fleischbrühe enthält ausser den löslichen Bestandtheilen des Fleischsaftes noch Leim, entstanden durch die Umsetzung der leimgebenden Gewebe, geringe Mengen durch Hitze unvollständig gerinnbarer Albuminate (caseinähnliches Albuminat), nicht näher gekannte riechende und schmeckende Stoffe, Fett, und die oben unter Aschenbestandtheile der Fleischbrühe angeführten anorganischen Salze. Chevreul erhielt von 1 Pfund möglichst von Fett und Knochen befreiten Fleisches durch Sieden mit Wasser (3 Pfund) durch 5 Stunden eine Fleischbrühe, welche in 1000 Thln. nach Entfernung des Fettes enthielt:

Wasser (mit Spuren flüchtiger Stoffe)	988,6
Feste organische Stoffe im luftleeren Raume getrocknet (Leim, Albuminate, Kreatin etc.) . .	12,7
Kali, Natron, Kalk, Bittererde, an Chlor, Phosphorsäure etc. gebunden	2,9
	1004,2

Demnach enthält gute Fleischbrühe etwa 1,4 Proc. aufgelöster Stoffe. Nach Versuchen von Liebig lösen sich, wenn man gehacktes Fleisch in kaltem Wasser erschöpft, von 1000 Thln. Ochsenfleisch 60 Thle. auf, wovon 29,5 als Albumin gerinnen und 30,5 gelöst bleiben.

Von 1000 Thln. Hühnerfleisch lösen sich 80 Thle. auf, wovon 47,0 als Albumin gerinnen, und 33,0 gelöst bleiben. Im allergünstigsten Falle könnte daher das Wasser aus dem Ochsenfleische 3 Proc. aufnehmen, welche noch durch den Leim (neben etwa 2 Proc. Fettaugen) vermehrt werden, in welchen sich beim Kochen die leimgebenden Gewebe des Fleisches verwandeln. Es geben aber 1000 Thle. vollständig ausgelaugtes Ochsenfleisch 6, Kalbfleisch 47 1/2 Thle. Leim nebst anderen gelösten Stoffen, also etwa 1/5 nur von dem, was der Fleischsaft bieten kann.

Die ebenfalls ermittelte Thatsache, dass Ochsenfleisch 15, Hammelfleisch 10, Hühnerfleisch 13 1/2 Proc. beim Kochen von seinem Gewicht verliert, während die Fleischbrühe verhältnissmässig so arm an festen Stoffen ist, verliert alles Auffallende, wenn man bedenkt, dass das Fleisch beim Kochen Wasser ausfliessen lässt, aber keines dafür aufnimmt.

Der Wohlgeschmack der Fleischbrühe wird durch geringen Zusatz von Säuren (Milchsäure, Citronensäure) gesteigert und pikanter, während alkalische Flüssigkeiten denselben wesentlich beeinträchtigen.

Die Wirksamkeit der Fleischbrühe als Nahrungsmittel muss in ihrem Gehalte an den Salzen des Blutes, ausserdem aber auch in den extractiven Materien gesucht werden, ist aber damit keineswegs nach allen Seiten vollständig aufgeklärt. Dass ihr Ernährungswerth nicht, wie man irrthümlich geglaubt hat, durch den geringen Leimgehalt bedingt ist, haben zahlreiche Erfahrungen über die Wirksamkeit oder besser

Unwirksamkeit der Gallertsuppen und Bouillontafeln (trockenes Extract der Knochensuppen) dargethan.

Liebig's Fleischextract.

Ein sehr wirksames Nahrungsmittel für Kranke und Genesende dagegen ist das von Liebig empfohlene und nun vielfach ärztlich angewendete Fleischextract (Extractum Carnis), welches man durch halbstündiges Erwärmen und Kochen feingehackten, von allem Fett möglichst befreiten Fleisches mit der acht- bis zehnfachen Wassermenge, Abschöpfen des auf der Brühe schwimmenden Fettes, und Abdampfen derselben im Wasserbade in Porzellanschalen zur Extractconsistenz erhält.

Regeln für die Kochkunst.

Die Regeln für die praktische Kochkunst entspringen hieraus von selbst. Die Methode des Fleischsiedens, welche die beste Fleischbrühe liefert, giebt das schlechteste Fleisch, und umgekehrt. Will man zunächst gute Fleischbrühe, so setzt man mit kaltem Wasser an, erwärmt langsam zum Sieden, und lässt einige Minuten aufwallen. Durch das Sieden gerinnt das Albumin, die Faser wird zäh und hart. Lässt man das Fleisch mit dem Wasser längere Zeit sieden oder die Fleischbrühe kochend verdampfen, so nimmt sie alsbald eine bräunliche Färbung und einen feinen Bratengeschmack an. Will man dagegen zunächst ein schmack- und nahrhaftes zartes Fleisch haben, so muss man den umgekehrten Weg einschlagen, d. h. man muss die Auslaugung des Fleisches möglichst verhindern. Diess geschieht dadurch, dass man das Fleisch erst in den Topf bringt, wenn das Wasser bereits kocht, d. h. aufwallt, und es nun einige Minuten damit sieden lässt; das sofort gerinnende Albumin verschliesst die Poren, es kann aus dem Fleische nichts mehr austreten, und es bleibt nur noch übrig, die innere Masse durch die Hitze in ihrem eigenen Safte gar werden zu lassen. Dazu ist die Siedhitze, welche die Fleischfaser hart macht, nicht nöthig, es genügt, das Fleisch bei einer Temperatur des Wassers von etwa 70° C. einige Stunden am Feuer stehen zu lassen. Das Hartwerden der Faser erfolgt um so leichter, je mehr die Faser vor oder während des Siedens von dem Albumin entblösst wird; durch kaltes Ansetzen und stundenlanges Sieden kann daher ein zartes und saftiges Fleisch nicht erwartet werden; hieraus erklärt es sich auch, warum fettes Fleisch sich zarter siedet. In der Küche der Reichen ist es seit lange üblich, das Fleisch, welches zur Bereitung der Suppe gedient hat, nicht auf den Tisch zu bringen.

Braten des Fleisches.

Eine andere Zubereitung des Fleisches ist das Braten desselben. Beim Braten geschieht die Einwirkung der Wärme auf das Fleisch ohne Wasser, zuweilen unter Vermittelung des Fettes, zuweilen auch ohne dieses. Bei dem Braten wird das Fleisch in seinem eignen Safte, der grösstentheils darin bleibt, gar, man erhält also bei dieser Zubereitung das Fleisch mit nahezu seinem vollen Ernährungswerthe, aber keine Fleischbrühe. In den Privathaushaltungen Deutschlands geschieht das Braten gewöhnlich in bedeckten Pfannen, bei den Engländern und in grösseren Küchen überhaupt

an einem Bratenwender in der strahlenden Hitze einer Kohlengluth; in einem untergesetzten Becken sammelt sich das Fett und der abträufelnde Saft. Beim vorsichtigen Braten verdunstet ein Theil des an die Oberfläche des Fleischstückes tretenden Saftes auf diesem selbst, und giebt der Oberfläche die dunkelbraune Farbe, den Glanz, und den starken gewürzhaften Bratengeschmack. Hierdurch sowie durch einen gewissen Grad von Braunröstung bildet sich rasch eine Hülle um das Fleischstück, die das Ausfliessen des Saftes wesentlich beeinträchtigt. Selbst bei sehr lange fortgesetztem Braten dringt die äussere Hitze nicht vollständig ins Innere. Steigt die Temperatur des Fleisches im Innern nur auf etwa 56° C., so wird das Fleisch blutig gar (undone), d. h. es ist im Innern noch roth gefärbt und theilweise blutig; stieg aber die Temperatur im Innern auf 70 bis 75° C., bei welcher Temperatur nicht allein das Albumin, sondern auch der Blutfarbstoff gerinnt, so wird es vollkommen gar (done).

Der Umstand, dass bei dem Braten des Fleisches die Hitze nur schwierig ins Innere dringt, erklärt, warum grosse Fleischstücke beim Braten besser und zarter werden, wie kleine. Kleine Stücke können nur durch rasches und kurzes Eintauchen in sehr heisses Fett saftig gebraten werden (Beefsteaks).

Dämpfen des Fleisches. Das Dämpfen des Fleisches ist ein Mittelweg zwischen Braten und Sieden, indem das Garwerden durch die Einwirkung des Dampfes erfolgt, welcher das Fleisch umgiebt.

Beim Braten findet ein Gewichtsverlust statt, der sich beim Rindfleisch auf 19, beim Hammel auf 24, beim Lamm auf 22, bei Hühnern auf 24 Proc. beläuft.

Einsalzen u. Räuchern. Das Einsalzen und Räuchern des Fleisches sind Bereitungsmethoden mit dem bestimmten nächsten Zwecke, das Fleisch längere Zeit geniessbar zu erhalten und vor der Fäulniss zu bewahren; bei beiden Methoden kommt daher zunächst die antiseptische Wirkung des Salzes und der im Rauche enthaltenen Stoffe in Betracht.

Wir haben bereits weiter oben S. 615 auseinandergesetzt, dass bei der gewöhnlichen Bereitung des Pöckelfleisches dasselbe einen grossen Theil seines Ernährungswerthes verliert, indem ein erheblicher Theil des Fleischsaftes dabei in die Salzlake geht. Es lässt sich aber, wie Versuche gezeigt haben, diesem Verluste vorbeugen, wenn die Salzlake bis zum Auskrystallisiren des Kochsalzes abgedampft, und die rückständige syrupdicke Mutterlauge (welche eine sehr concentrirte Auflösung von Fleischextract darstellt) nach dem Garkochen des Salzfleisches diesem zugesetzt und mitgenossen wird.

Bei dem Räuchern des Fleisches findet eine Coagulation des Albumins des Fleisches durch das Kreosot und vielleicht auch noch andere Bestandtheile des Rauches statt, wodurch die Fleischstücke mit einer für die atmosphärische Luft undurchdringlichen Schicht umgeben werden sollen.

Wir bezweifeln, ob durch diese Annahme die antiseptische Wirkung des Rauches genügend erklärt ist.

b. Glatte Muskeln, contractile Faserzellen.

Die Zellensubstanz der contractilen Faserzellen, die zu Bündeln gruppirt in den sogenannten glatten Muskeln, sonst aber auch in andere Gewebe eingestreut vorkommen, besteht aus Syntonin (Lehmann). Die Bestandtheile des Saftes der glatten Muskeln scheinen dieselben zu sein, wie die des Saftes der quergestreiften Muskelfasern. Er reagirt gewöhnlich neutral, oder schwach alkalisch, und es wurden darin Albumin, Natronalbuminat (Casein?), Kreatin, Sarkin, Milchsäure, Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure und verhältnissmässig mehr Kali- wie Natronverbindungen gefunden. Glatte Muskeln und contractile Faserzellen.

In den bekanntlich nicht quergestreiften Muskeln der Mollusken (Acephalen und Cephalopoden) fanden Valenciennes u. Fremy Kreatin, Kreatinin, Taurin und saures phosphorsaures Kali.

Literatur zur Chemie des Muskelgewebes. Liebig: Ann. d. Chem. u. Pharm. Th. LXII. S. 257. — Derselbe: Chemische Briefe. Vierte Aufl. Bd. II. S. 129. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. LXXIII, 322. LXXXI, 375. — Städeler: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXVI, 102. — Strecker: Ann. d. Chem. u. Pharm. CVIII, 129. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXII, 257. CVII, 314. — Valenciennes u. Frémy: Journ. de Pharm. et de Chim. 3. Sér. XXVIII, 401. — Städeler: Journ. f. prakt. Chem. LXXVI, 58. — Vgl. ferner Schlossberger: Erster Versuch einer allgem. u. vergl. Thierchemie etc. S. 165 u. ff. — Lehmann: Zoochemie etc. S. 473 bis 498.

VI. Chemie des Gehirns und Nervengewebes.

Gehirn.

Obgleich das Gehirn wiederholt Gegenstand mehr oder weniger umfassender chemischer Untersuchungen war, so sagen wir doch kaum zu viel, wenn wir behaupten, dass es zu den chemisch am Unvollständigsten gekannten Thiersubstanzen gehört. Seine Mischung ist eine so eigenthümliche und gleichzeitig so complexe, dass hier die chemische Untersuchung auf mehr Schwierigkeiten stösst, wie bei irgend einem anderen Gewebe. Man hat zwar eine Menge von Stoffen aus dem Gehirn bei den verschiedenen Untersuchungen, namentlich von Couërbe und Fremy, abgeschieden, allein alle diese Stoffe waren sehr wenig individualisirt, und haben sich bald zum grossen Theil als Gemenge erwiesen; diess gilt namentlich von den von Couërbe unter dem Namen Cerebrot, Cerebrol, Eléencephol, Cephalot und Stearoconot beschriebenen Substanzen, Allgemeine Bemerkungen.

die wir hier nennen, aber nur, um nicht wieder darauf zurückzukommen Dasselbe gilt aber wahrscheinlich auch von dem Lecithin Gobley's das wir bereits S. 283, so weit seine Eigenschaften überhaupt bekannt sind beschrieben haben. Die Thatsache ist einfach die: das Gehirn enthäl eine nicht unbeträchtliche Menge von Albuminaten, allein dieselben sin keineswegs genau gekannt und isolirt; es enthält ferner höchst eigenthüm liche in Alkohol und Aether lösliche fettähnliche Materien, aber keine ein zige dieser eigenthümlichen Materien ist als reine chemische Verbindun dargestellt. Wir werden sogleich sehen, dass trotzdem aus dem Gehir nicht wenige wohlcharakterisirte chemische Verbindungen erhalten sind allein diese treten entweder im Gehirn nur in geringen Mengen auf, ode scheinen darin nicht einmal constant vorzukommen, unter allen Umstän den aber tragen sie wenig oder nichts dazu bei, die chemische Zusammen setzung des Gehirns, als Ganzes betrachtet, aufzuklären, denn es sind meis solche Stoffe, die auch in mancherlei anderen Organen vorkommen, j sie vermögen nicht einmal zur Aufklärung des dem Gehirn eigenthüm lichen Stoffwechsels viel beizutragen.

Nach diesen allerdings nicht sehr tröstlichen Vorbemerkungen gehe wir zur Schilderung der chemischen Verhältnisse des Gehirns, so weit si heute überhaupt möglich ist, über.

Chemische Bestandtheile des Gehirns.

Chemische Bestandtheile.

Zu den mehr oder weniger constanten und normalen Bestandtheile des Gehirns zählen wir folgende:

Wasser — ein eigenthümliches, dem Syntonin in manchen Be ziehungen ähnliches, in anderen davon abweichendes Albuminat, — ei dem Elastin ähnlicher Stoff, — geringe Mengen löslichen Albu mins — Cerebrin — eigenthümliche phosphorhaltige fettartige i Aether lösliche Stoffe, worunter Oleophosphorsäure, Glycerinphos phorsäure und Lecithin — geringe Mengen wirklicher Fette, worunte Olein und Palmitin, Oelsäure und Palmitinsäure, — Cholesterin — Inosit, — Sarkin, — Xanthin, — Kreatin, — milchsaure Salze — flüchtige Fettsäuren, — Harnsäure, — anorganische Stoffe worunter freie (d. h. nicht an anorganische Basen gebundene) Phosphor säure, — phosphorsaure Alkalien, namentlich viel phosphor saures Kali, — Kalk, — Bittererde, Eisenoxyd, Kiesel erde, geringe Mengen von schwefelsauren Alkalien und Chlor natrium, — Ammoniak (?).

Ausnahmsweise und wohl nur pathalogisch wurden im Gehir ausserdem gefunden: Leucin und Harnstoff.

Vertheilung und nähere Charaktere der Gehirnbestandtheile.

Was die Vertheilung dieser Bestandtheile auf die morphologische Elemente des Gehirns anbelangt, so wissen wir auch darüber verhältniss mässig wenig.

Das eigenthümliche Albuminat, welches im Gehirn und in den Nerven vorkommt (die chemischen Bestandtheile der letzteren sind von denen des Gehirns qualitativ nicht verschieden) gehört nach den Untersuchungen von Purkinje und R. Wagner, namentlich aber auch nach den neueren von Kölliker dem Achsencylinder jedenfalls vorzugsweise an. Derselbe quillt nach den Untersuchungen des letztgenannten ausgezeichneten Anatomen in concentrirter Essigsäure auf, löst sich aber selbst beim Kochen nur langsam darin. Auch Alkalien greifen ihn in der Kälte nur langsam an, lösen ihn aber schnell beim Erhitzen. Salpetersäure färbt ihn gelb, und Kali dann hochgelb. In Wasser löst er sich selbst beim Kochen nicht auf, ebenso wenig in Aether und Alkohol, durch die beiden letzteren Reagentien aber, sowie durch Sublimat, Chromsäure und Jod schrumpft er etwas ein. Ob das im todten Gehirn und Nerven unlöslich gefundene Albuminat auch während des Lebens bereits geronnen ist, kann als vorläufig noch unentschieden gelten. Es scheint keine Thatsache mit Entschiedenheit dagegen zu sprechen, dass in den Nerven während des Lebens ein syntoninähnlicher gelöster Stoff enthalten wäre, welcher erst nach dem Tode gerönne.

Die in Aether löslichen fetten und fettähnlichen Stoffe des Nervengewebes und Gehirns gehören hauptsächlich der Markscheide an. Es spricht dafür der Umstand, dass die weisse Nerven- und Gehirnsubstanz (durch markhaltige Fasern gebildet) bei weitem mehr an Aether abgiebt wie die graue, so wie auch die von Lassaigne beobachtete Thatsache, dass die Asche der weissen Substanz stark sauer reagirt, mithin die von der Oleo- und Glycerin-Phosphorsäure und den etwaigen übrigen phosphorhaltigen Fetten stammende Phosphorsäure enthält. Doch enthält die Markscheide und die weisse Substanz auch ein Albuminat, denn der in Aether und Alkohol unlösliche Theil des Marks zeigt alle Reactionen der Albuminate, unter anderen auch die Röthung durch Zucker und Schwefelsäure, die der Achsencylinder nicht zeigt. Die Primitivfaserscheide (Röhrensubstanz) besteht aus einer nichtleimgebenden, in ihren Reactionen sich dem elastischen Gewebe am nächsten anschliessenden Substanz, die sich von letzterem hauptsächlich durch grössere Löslichkeit in Alkalien unterscheidet. Auch in kochender Essigsäure ist sie völlig unlöslich.

Die in den wässerigen Auszug des Gehirns übergehenden Stoffe: das lösliche Albumin, Kreatin, Inosit, Sarkin, Xanthin etc., gehören dem Nerven- und Gehirngewebe als solchem offenbar nicht an, sie sind als Bestandtheile der das Gehirn durchtränkenden Flüssigkeit: des Gewebssaftes, und vielfach wohl als Producte der regressiven Stoffmetamorphose zu betrachten. Ob das lösliche Albumin nur vom Blute herrührt, lässt sich vorläufig nicht entscheiden, doch ist es nicht unwahrscheinlich. Xanthin und Sarkin wurden von Scherer im Gehirn nachgewiesen, Kreatin von Lerch, W. Müller und Neukomm; Inosit von W. Müller, Bödeker und Neukomm, dagegen nicht von Lorenz;

Milchsäure und flüchtige Fettsäuren von W. Müller. Das Vorkommen von Harnsäure muss als zweifelhaft betrachtet werden, Leucin dagegen wurde von W. Müller im Ochsenhirn und von Neukomm im Gehirn des Menschen bei verschiedenen Krankheiten (Tuberculose, Gelenkrheumatismus, Syphilis, Delirium tremens, Morbus Brighti) aufgefunden, Harnstoff von Neukomm bei Syphilis und Morbus Brighti.

Ueber die Form, in welcher die das eigentliche Gewebe der Nerven und des Gehirns zusammensetzenden Stoffe darin enthalten sind, wissen wir gar nichts. Insofern die bisherigen Analysen über die Vertheilung der Aschenbestandtheile im Gehirn Anhaltspunkte gegeben haben, werden wir sie bei den quantitativen Verhältnissen erörtern. Die geringen Mengen des im Gehirn vorkommenden schwefelsauren Alkalis pflegt man, und auch wohl mit Recht, auf Rechnung des Blutgehaltes zu setzen, und es ist sicher, dass wenigstens ein Theil des Chlornatriums auf dieselbe Quelle zurückgeführt werden muss.

Allgemeines chemisches Verhalten des Gehirns.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Gehirn, Rückenmark und Nerven reagiren während des Lebens und im Zustande der Ruhe neutral, durch erschöpfende Thätigkeit aber, und beim Absterben tritt saure Reaction ein (Funke); auch Temperaturerhöhung auf 45 bis 50° C. ruft dieselbe hervor.

Diese Reactionsverschiedenheit ist in doppelter Beziehung bemerkenswerth, einmal weil sie eine gewisse Analogie des Verhaltens von Muskel- und Nervengewebe constatirt, und dann weil sie auf einen dabei stattfindenden chemischen Process hinweist, der möglicherweise ein ähnlicher sein könnte, wie derjenige, welcher bei der Gerinnung des Syntonins stattfindet, wo auch gleichzeitig damit die Säuerung des Muskels einzutreten scheint; diese Möglichkeit gewinnt dadurch an Bedeutung, dass wirklich Gründe dafür sprechen, dass die Nervenmasse einen dem Syntonin wenigstens ähnlichen Körper enthalte, der während des Lebens in Lösung ist, nach dem Tode aber eine Art Gerinnung erfährt, die von der Abspaltung einer freien Säure begleitet sein könnte. Die neutrale Reaction des lebenden Nerven und Gehirns beweist überdiess, dass die in der Gehirnasche gefundene freie Phosphorsäure im unzerstörten Gehirn nicht vorhanden sein kann, sondern nothwendigerweise in irgend einer Art (wenn auch nicht an anorganische Basen) gebunden sein muss.

Durch Kochen, Behandlung mit Alkohol, mit Säuren und mit gewissen Metallsalzen erfährt die Gehirnmasse eine mehr oder minder bedeutende Härtung. Besonders auffallend ist das Hartwerden beim Kochen von grauer Substanz. Sowohl diese Erscheinung, wie auch die Vermehrung der Consistenz des Gehirns einige Zeit nach dem Tode spricht für eine erfolgende Gerinnung eines Gehirn- und Nervenbestandtheils.

Behandelt man Gehirn mit kochendem Alkohol und Aether, so setzen sich beim Erkalten der Auszüge weisse flockige Niederschläge ab, die, auf einem Filter gesammelt, während des Trocknens sich röthlich färben, und vollständig getrocknet eine rothgelbe, festweiche, krystallinische Masse darstellen. Erschöpft man diese Masse mit kaltem Aether, so erhält man eine klare, gelbrothe Lösung, und einen gelblich-weissen, voluminösen Rückstand. Die Lösung enthält sämmtliches Cholesterin, und einen phosphorhaltigen Körper von den Eigenschaften einer Säure, der Rückstand besteht fast gänzlich aus Cerebrin (W. Müller). Wenn man feingeschnittenes Gehirn mit siedendem Alkohol erschöpft, auspresst, und dann mit Aether behandelt, so erhält man nach dem Verdunsten der ätherischen Auszüge einen Rückstand, der, mit vielem Aether behandelt, eine weisse Masse fallen lässt, welche Cerebrinsäure, Oleophosphorsäure und phosphorsaure Salze enthält. Behandelt man die herausgefallene Masse mit kochendem Alkohol, der durch etwas Schwefelsäure angesäuert ist, so scheidet sich beim Erkalten der Lösung ein Niederschlag aus, der Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure enthält, und aus welchem kalter Aether die Oleophosphorsäure aufnimmt, gleichzeitig aber auch Cholesterin (Fremy).

W. Müller's Verfahren zur Isolirung des Cerebrins, Cholesterins und der Gehirnfette.

Fremy's Methode.

Wird Gehirn mit Barytwasser zu einer dünnen Milch zerrieben, nach längerem Stehen (12 bis 18 Stunden) durch ein feines Sieb getrieben, und die abgelaufene Flüssigkeit mit etwas Gyps versetzt zum Sieden erhitzt, so bildet sich ein Coagulum, und man erhält ein gelblich gefärbtes Filtrat, welches, vom überschüssigen Baryt durch einen Strom von Kohlensäure befreit, immer noch alkalische Reaction zeigt, was von einer Verbindung eines Albuminats mit Baryt herzurühren scheint. Das Coagulum enthält neben Albumin den grössten Theil der Gehirnfette, das Filtrat — ausser der oben genannten Albuminat-Barytverbindung, die sich beim Abdampfen in Gestalt von Membranen und als weicher gelblicher Absatz ausscheidet, der beim Erhitzen auf Platinblech kohlensauren Baryt hinterlässt — noch ein weiteres Albuminat, Cholesterin, eine braungelbe, fettartige Materie, Kreatin, Milchsäure, Sarkin, flüchtige Fettsäuren, unter Umständen auch Leucin. (W. Müller). Liebig fand bei einem Versuche in dem Filtrate vom Gehirn-Coagulum zwei Barytsalze organischer Säuren, von denen das eine in Alkohol löslich, das andere darin unlöslich war.

W. Müller's Methoden zur Isolirung der löslichen Gehirnbestandtheile.

Zerreibt man Gehirn mit destillirtem Wasser zu einer dünnen Milch, und setzt der erhaltenen Emulsion Bleizuckerlösung zu, so erhält man nach einigem Stehen eine blutroth gefärbte, klare obere, und eine den Gehirnbrei enthaltende untere Schicht. Die durch ein Sieb geseihte Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, scheidet ein Coagulum ab, welches dicht, grauröthlich und grobflockig ist, und das Albumin des Gehirns nebst anderen Stoffen enthält, während eine klare Flüssigkeit abfiltrirt werden kann, die mit Bleiessig einen voluminösen Niederschlag giebt, der Harn-

säure, Sarkin und Inosit enthalten kann. Vertheilt man den Bleiessigniederschlag in Wasser, zerlegt durch Schwefelwasserstoff, und concentrirt das Filtrat vom Schwefelblei, so scheiden sich allmählich die bekannten Krystalle der Harnsäure aus, wenn selbe überhaupt zugegen ist, daneben aber dunkelbraune runde Kugeln.

Trennt man diese ausgeschiedenen Stoffe durch Filtration, und dampft das Filtrat so lange ein, bis es sich auf Zusatz von Alkohol bleibend trübt, versetzt hierauf die Füssigkeit mit dem gleichen Volumen Alkohol und erwärmt, so verschwindet die Trübung wieder, und es scheidet sich dann nach einigem Stehen Inosit aus.

Quantitative Zusammensetzung des Gehirns.

Quantitative Zusammensetzung.

Es versteht sich von selbst, dass von einer genauen quantitativen Analyse eines Körpers nicht die Rede sein kann, dessen Bestandtheile, wie diess beim Gehirn der Fall ist, nur sehr unvollkommen gekannt, und selbst nicht einmal qualitativ einigermaassen befriedigend isolirt sind. Allein selbst wenn eine quantitative Trennung der einzelnen Hirnbestandtheile vollständiger geschehen könnte, hätten quantitative Analysen des Gesammtgehirns einen nur sehr beschränkten Werth, da man aus weiter unten zu erwähnenden Untersuchungen weiss, dass die verschiedenen Gehirnpartieen, so weit sie anatomisch zerlegt werden können, eine sehr abweichende quantitative Zusammensetzung besitzen.

Quantitative Analysen des Gesammtgehirns.

Quantitative Analysen des Gesammtgehirns, welche sich übrigens der Natur der Sache nach auf die Bestimmung des Wassers, der durch Alkohol und Aether extrahirbaren Stoffe, der Albuminate und der Salze beschränken mussten, wurden zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Chemikern angestellt. Wir stellen einige derselben tabellarisch zusammen.

In 1000 Theilen	Lassaigne			v. Bibra	
	Gesammthirn	Graue Substanz	Weisse Substanz	I. Grosses Gehirn	II. Medullarsubstanz
Wasser	770	850	730	772,6	843,9
Feste Stoffe	230	150	270	227,4	156,1
Albuminate	96	75	99	96,2	80,1
Fette und fettähnliche phosphorhaltige Stoffe	103	47	148	120,0	61,0
Extractivstoffe	20	14	10	11,2	15,0
Anorganische Salze	11	12	13	—	—

Die Analysen von Lassaigne beziehen sich auf das Gehirn eines Wahnsinnigen, die Analyse I. von v. Bibra auf ein gesundes Gehirn (Windungen des grossen Gehirns), II. auf das Gehirn eines Cretins. Die nachfolgenden Analysen L'Héritier's beziehen sich auf Gehirn und Rückenmark von Menschen verschiedenen Alters, ohne Rücksicht auf bestimmte anatomische Parthieen der betreffenden Organe.

In 1000 Theilen	Gehirn					Rücken-mark
	Kind	Jüngling	Erwach-sener	Greis	Cretin	Erwach-sener
Wasser	827,9	742,6	721,5	738,5	709,3	710,5
Feste Stoffe	172,1	257,4	278,5	261,5	290,7	289,5
Albuminate	70,0	102,4	94,0	86,5	84,0	73,0
Fette etc.	42,5	69,5	79,0	53,2	58,5	101,5
Extractivstoffe und Salze	59,6	85,9	101,9	121,8	148,2	115,0

Diese Analysen wurden nach einer sehr unvollkommenen Methode angestellt, und es ist sicher, dass in Folge dieser Methode ein erheblicher Theil der phosphorhaltigen fettartigen Gehirnstoffe collectiv mit den Extractivstoffen berechnet wurde.

Wasser- und Fettgehalt der verschiedenen Gehirntheile.

In neuester Zeit wurden von v. Bibra und Schlossberger umfassende Untersuchungen über den Gehalt der anatomisch isolirbaren Gehirntheile an Wasser, Fett und sonstigen festen Stoffen angestellt, die zu einigen wichtigen Ergebnissen geführt haben; v. Bibra beschränkte seine Beobachtungen nicht auf das Gehirn des Menschen in verschiedenen Altersperioden, sondern dehnte sie auch auf viele Thierclassen aus. Wir heben hier nur einige jener Analysen heraus, welche sich auf Menschengehirne beziehen, und werden die Resultate der mit Thiergehirnen angestellten Analysen nur insofern mittheilen, als wir die daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen anführen.

In 1000 Theilen	Mädchen von 19 Jahren (Typhus)						
	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Crura Cerebri	Hemi-sphären	Corpora striata	Thalami nerv. opt.	Gesammt-gehalt
Wasser	729,0	768,2	760,2	764,0	776,9	802,6	766,8
Feste Stoffe	271,0	231,8	239,8	236,0	223,1	197,4	233,2
Fette	183,9	120,0	124,2	93,1	93,6	68,0	113,8
Albuminate, Extractivstoffe und Salze	87,1	111,8	115,6	142,9	129,5	129,4	119,4

In 1000 Theilen	Mann von 21 Jahren (Tuberculose)						
	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Crura Cerebri	Hemi-sphären	Corpora striata	Thalami nerv. opt.	Gesammt-gehalt
Wasser	747,3	761,7	769,7	790,1	781,6	829,1	779,9
Feste Stoffe	252,7	238,3	230,3	209,9	218,4	170,9	220,1
Fette	150,9	142,8	141,8	123,8	118,0	87,6	127,5
Albuminate, Extractivstoffe und Salze	101,8	99,5	88,5	86,1	100,4	83,3	92,6

In 1000 Theilen	Weib von 35 Jahren (Tuberculose)					
	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Hemi-sphären.	Corpora striata	Thalami nerv. opt.	Gesammt-gehalt
Wasser	751,3	769,8	756,9	701,1	798,2	755,5
Feste Stoffe	248,7	230,2	243,1	298,9	201,8	244,5
Fette	179,9	145,3	176,9	125,5	110,9	147,7
Albuminate, Extractivstoffe und Salze	68,8	84,9	66,2	173,4	90,9	96,8

In 1000 Theilen	Mann von 41 Jahren (Typhus)						
	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Crura Cerebri	Hemi-sphären	Corpora striata	Thalami nerv. opt.	Gesammt-gehalt
Wasser	730,8	765,2	764,9	742,4	785,6	798,2	764,4
Feste Stoffe	270,0	234,8	235,1	257,7	214,4	201,8	235,6
Fette	183,3	142,7	148,9	152,5	122,2	107,8	142,9
Albuminate, Extractiv-stoffe und Salze . .	86,7	92,1	86,2	105,2	92,2	94,0	92,7

In 1000 Theilen	Mann von 65 Jahren (Marasmus)						
	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Crura Cerebri	Hemi-sphären	Corpora striata	Thalami nerv. opt.	Gesammt-gehalt
Wasser	744,6	758,2	763,0	744,3	773,8	800,0	763,9
Feste Stoffe	255,4	241,8	237,0	255,7	226,2	200,0	236,1
Fette	154,3	132,9	136,0	144,6	99,1	82,0	124,4
Albuminate, Extractiv-stoffe und Salze . .	101,1	108,9	101,0	111,1	127,1	118,0	111,7

In 1000 Theilen	Mann von 80 Jahren (Marasmus)						
	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Crura Cerebri	Hemi-sphären	Corpora striata	Thalami nerv. opt.	Gesammt-gehalt
Wasser	720,3	723,0	723,8	800,0	756,4	734,4	745,8
Feste Stoffe	279,7	277,0	276,2	200,0	243,6	265,6	254,2
Fette	167,7	133,3	157,2	84,5	117,0	145,3	134,1
Albuminate, Extractiv-stoffe und Salze . .	112,0	143,7	119,0	115,5	126,6	120,3	120,1

Aus v. Bibra's Analysen, angestellt mit den Gehirnen an den verschiedensten Krankheiten Verstorbener, ergiebt sich vor Allem, dass der Gesammtfettgehalt des Gehirns jedenfalls bis zu einem gewissen Grade individuell ist, und dass auch Krankheiten, welche mit allgemeiner Abmagerung verbunden sind, den Fettgehalt des Gehirns nicht alteriren. Dabei darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass jene Materien, welche man als Gehirnfette bezeichnet, nur zum geringsten Theil eigentliche Fette sind, sondern eigenthümliche, fettähnliche, zum Theil phosphorhaltige Materien darstellen, deren chemische Natur zwar nicht genau gekannt ist, von denen man aber soviel weiss, dass sie von den eigentlichen Fetten sehr wesentlich abweichen. Wenn wir also finden, dass bei grossen Fettverlusten des Körpers die in Aether löslichen Gehirnstoffe nicht vermindert werden, so ist das so wunderbar nicht, weil eben nur Fett zu Verluste geht.

Unter den verschiedenen anatomisch-isolirbaren Gehirnparthieen enthält die Medulla oblongata die grösste Menge in Aether löslicher Gehirnstoffe, wie diess auch aus den Analysen von Hauff und Walther hervorgeht. Am wenigsten Fett dagegen scheinen die Thalami nerv. opticor. und die corpora striata zu enthalten, doch scheint diese Regel nach individuellen Verhältnissen mehr oder minder zahlreiche Ausnahmen zu erleiden.

Das Alter scheint nicht ohne Einfluss auf den Gesammtfettgehalt des Gehirns zu sein, und derselbe sich mit zunehmendem Alter zu vermindern.

Bezüglich des Wassergehaltes lassen sich aus den Analysen v. Bibra's keine Gesetzmässigkeiten ableiten, und scheint derselbe innerhalb gewisser Grenzen sehr zu wechseln. Man kann im Allgemeinen annehmen, dass jene Gehirntheile, welche das meiste Fett haben, den geringsten Wassergehalt ergeben, und umgekehrt. Das Alter scheint auf den Wassergehalt keinen oder keinen bedeutenden Einfluss auszuüben, dagegen scheinen die Albuminate etc. mit dem Alter etwas zuzunehmen.

Wasser- und Fettgehalt der grauen und weissen Substanz.

Ueber das Verhältniss des Wassers, der Fette und sonstigen festen Stoffe in der grauen und weissen Substanz haben v. Bibra u. Walther und Hauff ebenfalls Beobachtungen angestellt. Dieselben stimmen in ihren Ergebnissen darin überein, dass der Fettgehalt der grauen Substanz ein viel geringerer ist, wie jener der weissen, und dass die graue Substanz wasserreicher ist, wie die weisse, und zwar merkwürdigerweise ziemlich in demselben Verhältnisse, als sie fettärmer ist. Diese Verhältnisse sind eine allgemeine Bestätigung des in der oben mitgetheilten Analyse Lassaigne's gewonnenen Resultates.

In 1000 Theilen	v. Bibra								
	Mann von 21 Jahren (Typhus)			Mann von 59 Jahren (Morbus Brighti)			Mann von 30 Jahren (Tuberculose)		
	Graue Substanz der Hemisphären	Weisse Substanz der Hemisphären	Weisse Substanz des Corpus callosum	Graue Substanz der Hemisphären	Weisse Substanz der Hemisphären	Weisse Substanz des Corpus callosum	Graue Substanz der Hemisphären	Weisse Substanz der Hemisphären	Weisse Substanz des Corpus callosum
Wasser. . .	870,0	718,2	653,7	882,2	721,5	635,4	835,7	691,9	715,5
Fett	59,7	197,3	203,3	54,6	203,9	211,8	64,3	204,3	146,7
Albuminate etc.	70,3	84,5	143,0	63,2	74,6	152,8	100,0	103,8	137,8

In 1000 Theilen	Walther und Hauff							
	Mann von 60 Jahren	?	Mann von 60 Jahren	?	Mann von 60 Jahren	?	Mann von 60 Jahren	?
	Corpus callosum		Substantia corticalis		Medulla oblong.		Arbor vitae	
Wasser .	706,1	708,1	863,8	850,0	697,4	724,8	813,6	799,4
Fett . . .	154,1	149,0	48,4	48,6	152,1	151,2	60,6	59,6

Wasser- und Fettgehalt des Gehirns bei Embryonen und Neugeborenen.

Sehr bemerkenswerthe Abweichungen der Zusammensetzung des Gehirns bei Embryonen und Neugeborenen haben die Untersuchungen von v. Bibra und Schlossberger ergeben.

Der Fettgehalt des Gehirns von Embryonen und Neugeborenen ist ein viel geringerer, wie der von Erwachsenen, dagegen der Wassergehalt ein grösserer; beim Neugeborenen aber ist der Gehalt an Fett schon merklich grösser wie beim Embryo, und steigt mit dem vorrückenden Alter ziemlich rasch. Dagegen ergiebt sich aus Schlossberger's Versuchen das merkwürdige Resultat, dass der Unterschied in der quantitativen Vertheilung des Fettes auf graue und weisse Substanz beim Embryo nicht vorhanden ist. Nachstehende Tabellen machen diese Verhältnisse anschaulich.

In 1000 Theilen	v. Bibra					
	Gesammtgehirn von Embryonen					
	von 10 Wochen	von 12 Wochen	von 14 Wochen	von 18 Wochen	von 20 Wochen	von 22 Wochen
Wasser	851,0	867,1	862,4	869,0	863,3	859,3
Fett	12,6	9,9	15,3	10,6	10,7	12,3
Albuminate etc.	136,4	123,0	122,3	120,4	126,0	128,4

In 1000 Theilen	Embryo von 37 Wochen				Mädchen von 1/2 Jahre (Pneumonie)			
	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Crura Cerebri	Hemisphären	Medulla oblongata	Cerebell. et Pons Varoli	Crura Cerebri	Hemisphären
Wasser	877,2	886,6	876,5	910,6	820,0	831,8	818,7	818,7
Fette	42,0	29,4	39,5	23,6	85,0	39,2	77,9	77,9
Albuminate etc.	81,8	84,0	84,0	65,8	95,0	129,0	103,4	103,4

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass auch bei Embryonen und Neugeborenen die Medulla oblongata die fettreichste Gehirnparthie ist.

In 1000 Theilen	Schlossberger			
	Neugeborenes Kind			
	Graue Substanz der Hemisphären	Corpus callosum	Corpus striatum	Thalamus opticus
Wasser	885,6	891,2	880,4	877,3
Fette	38,2	38,5	45,7	47,4

Bei Embryonen ist der Wassergehalt der grauen und weissen Gehirnsubstanz gleich hoch, und auch im Fettgehalt macht sich noch kein erheblicher Unterschied bemerklich.

Verhältniss des Cerebrins und Cholesterins zu den übrigen fettartigen Stoffen.

Genaue, zu quantitativen Bestimmungen taugliche Trennungsmethoden des Cerebrins, Cholesterins und der eigentlichen und phosphorhaltigen Fette fehlen, doch glaubt v. Bibra aus seinen Beobachtungen schliessen zu dürfen, dass beim erwachsenen Menschen 100 Theile der in Aether löslichen fettartigen Stoffe aus etwa 20 bis 21 Proc. Ce

rebrin, 30 bis 33 Proc. Cholesterin, und 50 bis 46 Proc. der übrigen Fette und fettartigen Stoffe bestehen.

Die graue Substanz des Gehirns enthält am wenigsten Cerebrin, mittlere Mengen von Cholesterin, und überwiegend die übrigen Fette.

Die weisse Substanz enthält mehr Cerebrin und Cholesterin als die graue, und demnach weniger übrige Fette.

Resultate der Versuche an Thieren verschiedener Classen.

Aus den umfassenden Untersuchungen v. Bibra's, Schlossberger's und Walther's u. Hauff's über den Wasser- und Fettgehalt des Gehirns verschiedener Thierclassen ergiebt sich im Allgemeinen eine Zunahme des Wassergehaltes, je tiefer man in der Reihe der Wirbelthiere herabsteigt. Das Gehirn der niederen Säugethiere nähert sich im Wassergehalte dem unausgebildeten (fötalen) der höheren Säugethiere und des Menschen.

Bezüglich des Gehaltes an in Aether löslichen Stoffen bestätigen auch die Versuche an Thieren, dass die verschiedenen anatomischen Theile eines und desselben Gehirnes sehr verschiedene Mengen davon enthalten. Wie beim Menschen, so ist auch bei Thieren die graue Substanz weit ärmer an in Aether löslichen Stoffen, wie die weisse, der Gehalt an in Aether löslichen Stoffen der verschiedenen Gehirnparthieen steht auch bei Thieren in umgekehrtem Verhältnisse zu dem Gehalte an Wasser, und die Medulla oblongata ist auch hier beinahe überall am reichsten an sogenannten Fetten. Das Gehirn der Säugethiere enthält ferner mehr davon, wie das Gehirn der übrigen Thierclassen. In der Vertheilung des Cerebrins, Cholesterins u. s. w. soll sich bei den Säugethieren eine Differenz von den Verhältnissen beim Menschen darin geltend machen, dass bei ersteren das Cerebrin mehr zurücktritt, die phosphorhaltigen Fette sollen bei niederen Wirbelthieren endlich ähnlich wie bei Embryonen von Menschen in geringerer Menge vorhanden sein, wie bei höheren Wirbelthieren und bei Erwachsenen.

Aus den Versuchen von v. Bibra geht ferner hervor, dass bei verhungerten Thieren das Gewicht des Gehirns und das Verhältniss seiner chemischen Bestandtheile keine wesentliche Veränderung erleidet, dass demnach bei Vorgängen, welche den ganzen übrigen Organismus in Mitleidenschaft ziehen, der Stoffwechsel im Gehirn ungestört seinen Fortgang nimmt.

Quantitative Zusammensetzung der Gehirnasche.

Quantitative Verhältnisse der anorganischen Gehirnbestandtheile. Wir besitzen nur eine vollständige Aschenanalyse des Gesammtgehirns, die von Breed angestellt wurde. Es fragt sich aber, ob dieselbe von der Vertheilung der Aschenbestandtheile im Gehirn ein richtiges Bild giebt, da einerseits eine richtige Einäscherung des Gehirns wegen der grossen Menge von Phosphorsäure und phosphorsauren Salzen, die die Verbrennung der Kohle hindern, und die durch letztere auch zum Theil reducirt werden können, sehr schwierig ist, und weil er nicht angiebt, ob er ein einziges Gehirn oder mehrere zur Ein-

äscherung verwendete. Jedenfalls ergiebt Breed's Analyse, dass die Asche des Gehirns mit jener des Muskelgewebes und des Eigelbs den grossen Reichthum an Phosphorsäure und das Ueberwiegen des Kalis über das Natron theilt, und daher mit der Asche der Milch grössere Uebereinstimmung zeigt, wie mit jener des Blutes; wir stellen zur Vergleichung neben Breed's Analyse der Asche des Gehirns, Aschenanalysen des Blutes, Fleisches, des Eigelbs und der Milch:

In 100 Theilen Asche	Gehirn. Breed	Kalb-fleisch. Staffel	Eigelb. Poleck	Frauen-milch. Wildenstein	Menschen-blut. Verdeil
Kali	32,42	34,40	8,93	21,44	11,24
Natron	10,69	2,35	5,12	—	6,27
Magnesia	1,23	1,45	2,07	0,87	1,26
Kalk	0,72	1,99	12,21	18,78	1,85
Chlornatrium	4,74	10,59	—	10,73	55,63
Chlorkalium	—	—	—	26,33	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,23	—	—	0,21	—
Phosphorsäure (gebunden)	39,02	48,13	63,18	19,00	11,10
Freie Phosphorsäure	9,15	—	5,70	—	—
Schwefelsäure	0,75	—	—	2,64	1,64
Kieselsäure	0,42	0,81	0,55	Spur	—

Gesammtaschengehalt des Gehirns und verschiedener Theile desselben.

Auch Bestimmungen über den Aschengehalt des Gehirns liegen vor, allein die umfassendsten, in dieser Richtung angestellten Beobachtungen v. Bibra's beziehen sich auf die entfetteten Gehirne, und geben daher nicht das Gesammtgewicht der Gehirnasche, sondern nur die Aschenbestandtheile, die nicht in den ätherischen Auszug des Gehirns übergehen. Letztere hat der genannte Forscher für sich bestimmt, und diesen Bestimmungen auch einige des Phosphorgehaltes des Aetherextractes verschiedener Gehirne und Gehirntheile hinzugefügt. Wir stellen die beim Menschen gewonnenen Resultate tabellarisch zusammen.

Individuen	Gehirntheile	Asche für 100 Theile frisches Gehirn	Asche für bei 100° C. getrocknete fettfreie Substanz	In 100 Th. Asche lösliche Salze	In 100 Th. Asche unlösliche Salze
Mann von 21 Jahr.	Hemisphären . .	0,190	2,20	72,75	27,25
"	Cerebell. u. Pons Varoli	0,317	3,47	74,90	25,01
Mann von 33 Jahr.	Medulla oblong.	0,349	3,46	61,10	38,90
"	Cerebell. u. Pons Varoli	0,328	3,30	85,70	14,30
"	Crura Cerebri .	0,230	2,30	75,0	25,0
"	Hemisphären . .	0,361	3,52	86,5	13,5
Weib von 33 Jahr.	Medulla oblong.	0,348	3,76	75,0	25,0
"	Cereb. u. Pons V.	0,193	5,72	89,8	10,2
"	Crura Cerebri .	0,488	4,83	84,1	15,9
"	Hemisphären . .	0,509	4,99	86,6	13,4
Mann von 86 Jahr.	Medulla oblong.	1,072	9,43	80,0	20,0
"	Cerebell., Crura, Hemisphären	0,449	4,37	72,7	27,3
Mann von 36 Jahr.	Medulla oblong.	0,557	6,27	56,3	43,7
"	Cereb. u. Pons V.	0,652	5,73	88,8	11,2
"	Crura Cerebri .	0,571	5,14	81,5	18,5
"	Hemisphären . .	0,559	4,64	90,3	9,7
"	Corpora striata	0,304	4,68	86,6	13,4

Allgemeine Schlüsse lassen sich aus diesen Resultaten mit Ausnahme der Medulla oblongata nicht ziehen; letztere aber scheint mehr unlösliche Salze (phosphorsaure Erden) zu enthalten, wie die übrigen Parthieen des Gehirns. Aehnliche Versuche, mit den Gehirnen verschiedener Thierclassen angestellt, ergaben, dass der Aschengehalt des Vogelgehirnes grösser ist, wie jener des Gehirns der Menschen und der Säugethiere, jener der Gehirne der Amphibien und Fische grösser wie der aller anderen Thierclassen; bei den Amphibien und Fischen ist ausserdem der Gehalt an phosphorsauren Erden bedeutender als bei den übrigen Thierclassen.

Aschengehalt der grauen und weissen Substanz.

Einige vergleichende Untersuchungen über den Aschengehalt der grauen und weissen Substanz wurden von Schlossberger angestellt. Derselbe bestätigt bei dieser Gelegenheit die von Lassaigne in einem Falle beobachtete Thatsache, dass die Asche der grauen Substanz alkalisch, die der weissen jedoch entschieden sauer reagirt, was ohne Zweifel darin seine Erklärung findet, dass die weisse Substanz vorzugsweise die phosphorhaltigen Fette enthält.

Schlossberger fand für 100 Theile des frischen Gehirns:

In der grauen Substanz:

1) eines 74jährigen Mannes 1,00 Procent Asche
2) eines Kalbes 1,16 „ „

In der Balkensubstanz:

1) eines 74jährigen Mannes 1.82 „ „
2) eines Kalbes 1,72 „ „

Die weisse Substanz enthält daher etwas mehr anorganische Salze wie die graue.

Asche und Aschenbestandtheile des Aetherextractes.

Ueber den Aschengehalt des Aetherextractes und die Bestandtheile der Asche der Gehirnfette des Menschen liegen nachstehende Bestimmungen v. Bibra's vor.

Individuen	In 100 Thln. Aetherextract: Aschenprocente	In 100 Thln. Asche			In 100 Th. Asche Verhältniss des Kalis und Natrons:	
		Kali	Natron	Phosphorsäure	Kali	Natron
Mädchen von 21 J.	4,46	10,0	17,0	73,0	37,0	63,0
Mann von 30 J. .	5,27	12,7	18,1	69,2	41,2	58,8
Mann von 27 J. .	5,45	13,1	9,1	77,8	58,8	41,2

Aus diesen Analysen ergiebt sich, dass im Aetherextract eine Vertheilung der Basen stattfindet, welche dem Verhältniss in der Gesammtasche, in der Kali so bedeutend das Natron überwiegt, nicht entspricht. Doch bedürfen diese Verhältnisse jedenfalls noch weiterer Aufklärung. Die Phosphorsäure stammt wohl grösstentheils von den phosphorhaltigen organischen Stoffen des Aetherextracts.

Bestimmung des Phosphorgehalts des Aetherextracts.

Die Bestimmung des Phosphorgehaltes des Aetherextracts, aus der durch Verpuffung des Aetherextracts mit kohlensaurem Natron und Salpeter erhaltenen Phosphorsäure berechnet, ergab folgende Zahlen:

		In 100 Thln. Aetherextract
Mann von 59 Jahren:	Medulla oblongata	1,65 Phosphor
	Cerebell. u. Pons. Varoli . .	1,83 „
	Crura Cerebri	1,76 „
	Hemisphären	1,83 „
	Corpora striata	1,65 „
	Thalami. opt.	1,54 „
	Corpus callosum	1,54 „
	Im Mittel	1,68 „
Mädchen von 19 Jahren:	Im ganzen Gehirn	2,53 „
Mann von 56 Jahren:	„ „ „	1,72 „
Mann von 80 Jahren:	„ „ „	1,93 „

		In 100 Th. Aetherextract
Mann von 25 Jahren:	Im ganzen Gehirn	1,89 Phosphor
Geisteskranker von 36 Jahren:	" " "	1,75 "
" " 38 "	" " "	1,93 "
" " 52 "	" " "	1,87 "
Mann von 30 Jahren:	Graue Substanz der Hemisphären	1,88 "
	Weisse Substanz (Corp. callos.)	1,54 "
Mann von 59 Jahren:	Graue Substanz der Hemisphären	2,33 "
	Weisse " " "	1,82 "
	" " " Corp. callos.	1,36 "
Mann von 38 Jahren:	Graue Substanz der Hemisphären	2,10 "
	Weisse " " "	1,62 "
Embryo von 37 Wochen:	Im ganzen Gehirn	2,09 "
7 Embryonen von 14 bis 18 Wochen:	Gesammtfett	1,68 "

Nach diesen und nach an Thieren angestellten Versuchen hat das Aetherextract der grauen Substanz etwas mehr Phosphor, als jenes der weissen Substanz. Im Allgemeinen aber bewegen sich die Schwankungen im Phosphorgehalt des Aetherextracts innerhalb ziemlich enger Grenzen.

Aus allen quantitativen Bestimmungen der Gehirnbestandtheile haben sich für pathologische Verhältnisse auch für Geisteskranke gar keine Aufschlüsse ergeben, und das wichtigste Resultat derselben ist, dass die Vertheilung der einzelnen Gehirnstoffe, namentlich aber die des Wassers und der in Aether löslichen Stoffe in den verschiedenen anatomischen Gehirnparthieen, und in der grauen und weissen Substanz eine verschiedene und bis zu einem gewissen Grade zugleich typische ist. Es stehen ferner die in Aether löslichen Stoffe in einer bestimmten Beziehung zur Entwickelung des Gehirns, was daraus ganz besonders hervorgeht, dass sie im Gehirn des Embryo und Neugeborenen sehr zurücktreten, und hier auch in der grauen und weissen Substanz die Differenz im Wasser- und Fettgehalte noch nicht vorhanden ist.

Rückenmark und Nerven.

So weit die bisher angestellten chemischen Untersuchungen des Rückenmarks und der Nerven in diese Verhältnisse einen Einblick gestatten, sind die Bestandtheile derselben qualitativ von denen des Gehirns nicht verschieden, doch ist dabei zu bemerken, dass wegen der Schwierigkeit, sich genügendes Material zu eingehenden Untersuchungen zu verschaffen, die vorhandenen Beobachtungen die Möglichkeit qualitativer Differenzen keineswegs ausschliessen. Rückenmark und Nerven.

v. Bibra hat unter denselben Gesichtspunkten, unter welchen er die quantitativen Verhältnisse der Gehirnbestandtheile erforschte, auch mit dem Rückenmark und den Nerven von Menschen und Thieren Versuche angestellt, die bedeutende Differenzen zwischen Gehirn und Rückenmark und Nerven einerseits, und zwischen Rückenmark und Nerven anderseits

in der Vertheilung und den Mengenverhältnissen des Wassers und de Aetherextracts ergeben, und ausserdem zeigen, dass solche Differenze auch zwischen den relativen Gewichtsmengen des Cholesterins, Cerebrins der wahren und der phosphorhaltigen Fette in den verschiedenen Par thieen des Nervensystems bestehen.

Zunächst stellte sich bei den Versuchen v. Bibra's unzweifelhaf heraus, dass das Rückenmark weit ärmer an Wasser und wei reicher an in Aether löslichen Stoffen ist, wie das Gesammt gehirn, was sich aus folgender, Versuche an Menschen und verschiedene Thieren umfassender, Tabelle ergiebt.

Vergleichende Untersuchungen über das Aetherextract des Gehirns und Rückenmarks.

Menge des Aetherextractes in Procenten

Säugethiere			Vögel		
	Rückenmark	Gehirn		Rückenmark	Gehirn
Mensch:	25	14	Ente:	21	6
Katze:	22	13	Reiher:	17	7
Hund:	24	15	Feldhuhn:	22	10
Pferd:	25	16	Taube:	15	6
Fuchs:	22	13	Sperber:	15	7
Schaf:	21	14	Krähe:	20	7
Reh:	19	11	Dohle:	14	6
Hase:	22	11	Grünspecht:	12	6
Kaninchen:	21	9	Buntspecht:	17	6
Ratte:	18	9			

Wenn man das Rückenmark von dem verlängerten Mark bis zu Cauda equina in drei Theile theilt und jede Parthie für sich analysir so findet man eine sehr bemerkenswerthe Uebereinstimmung aller dre Theile untereinander, die zu den grossen Zusammensetzungsdifferenze verschiedener Gehirntheile unter sich, sowie auch zu den sogleich z erörternden verschiedener Nerven desselben Thieres einen auffallende Gegensatz bildet. Wir heben einige Analysen als Beispiele heraus.

(I. Nackentheil, II. Rückentheil, III. unterer Theil des Rückenmarks.)

In 1000 Theilen	Mensch			Hund			Katze			Hase		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III
Wasser	666	661	657	673	684	681	696	701	697	700	670	68
Aetherextract .	240	253	259	248	253	243	223	227	230	230	232	21

Das Rückenmark des Embryo und Neugeborenen verhält sich in Bezug auf den Gehalt an durch Aether extrahirbaren Materien dem Gehirn vollkommen analog, so wie letzteres ist es durch einen sehr geringen Gehalt an Aethererextract ausgezeichnet, wie sich aus nachstehenden Zahlen ergiebt: Rückenmark des Embryo und Neugeborenen.

In 1000 Theilen	Menschlicher Fötus	Hund (1 Tag alt)
Wasser	909,0	899,4
Aetherextract . .	25,0	32,1
Albuminate etc..	66,0	68,5

v. Bibra hat auch Versuche über das relative Gewichtsverhältniss der einzelnen isolirbaren Bestandtheile des Aetherextractes des Rückenmarks: des Cerebrins, Cholesterins und der eigentlichen Fette angestellt. Obgleich die in Anwendung gezogene Methode der Trennung eine sehr unvollkommene war, so geht doch aus diesen Versuchen unzweifelhaft hervor, dass das relative Gewichtsverhältniss des Cerebrins, Cholesterins und der eigentlichen Fette zwar ein sehr wechselndes ist, aber das Rückenmark-Aetherextract durchschnittlich mehr Cholesterin enthält wie jenes des Gehirns. Diess hat sich bei Versuchen an Menschen und Thieren gleichmässig herausgestellt, wie nachstehende Tabelle erläutert:

In 100 Theilen Aetherextract	Mensch: Frau von 40 J.	Mensch: Mann von 36 J.	Ochs	Schwein	Hund	Wilde Ente	Reiher	Gehirn
Cerebrin	30,6	23,7	22,5	18,18	24,00	23,54	18,44	20—21
Cholesterin . .	32,8	54,2	63,3	65,70	60,26	55,99	61,35	30—33
Fette	37,6	22,1	14,2	16,12	15,74	20,27	20,21	50—46

Bei Phosphorbestimmungen des Aetherextracts des Rückenmarks fand v. Bibra durchschnittlich etwas weniger Phosphor wie im Gehirn. Im Gehirnfett des Menschen fand er: Phosphorgehalt des Rückenmarks.

In 100 Theilen Aetherextract . . . 1,68 bis 2,53 bis 1,72 Proc.
Im Rückenmarksfette 1,32 bis 1,21 „

Aehnliche Resultate erhielt v. Bibra beim Rückenmarksfett verschiedener Thiere.

Anorganische Bestandtheile des Rückenmarks.

Die anorganischen Bestandtheile des vorher mit Aether erschöpften Rückenmarks hat v. Bibra in derselben Weise bestimmt, wie beim Gehirn. Irgend welche Gesetzmässigkeiten ergeben sich aus diesen Bestimmungen nicht. v. Bibra erhielt folgende Zahlen:

Thiere	Asche für 100 Theile frischen Rückenmarks	Asche für 100 Theile getrocknete fettfreie Substanz	In 100 Theilen Asche	
			lösliche Salze	unlösliche Salze
Mensch . . .	0,35	4,18	64,07	35,93
» . . .	0,36	4,30	75,07	24,93
Ochs	0,49	4,80	79,90	20,10
Schwein . . .	0,35	4,47	50,02	49,98
Pferd	0,28	3,98	65,56	34,44

Quantitative Analysen der Nerven.

Die von v. Bibra angestellten quantitativen Analysen der Nerven eines und desselben Individuums, und hinwiederum der gleichnamigen Nerven verschiedener Organismen ergeben ausserordentliche Schwankungen im Gehalt an Aetherextract und an Wasser, die irgend eine Gesetzmässigkeit durchaus nicht erkennen lassen. Wir stellen daher ohne weitere Erörterung und einfach zur Erläuterung des Gesagten die auf den Menschen bezüglichen Analysen v. Bibra's tabellarisch zusammen.

In 1000 Theilen	Frau von 36 J., Tuberculose				Mann v. 78 J., Marasmus			Frau von 78 Jahren, linksseitig gelähmt					
								Linke gelähmte Seite				Rechte Seite	
	N. cruralis	N. brachialis	N. ischiadicus, oberer Th.	N. ischiadicus, unterer Th.	N. cruralis	N. brachialis	N. ischiadicus	N. cruralis	N. brachialis	N. ischiadicus, oberer Th.	N. ischiadicus, unterer Th.	N. ischiadicus, oberer Th.	N. ischiadicus, unterer Th.
Wasser	449,9	502,7	590,0	584,2	536,4	686,8	661,4	150,0	590,4	324,0	393,0	391,6	415,1
Feste Stoffe	550,1	497,3	410,0	415,8	463,6	313,2	338,6	850,0	409,6	676,0	607,0	608,4	584,9
Fette etc.	387,2	302,0	263,7	242,5	136,5	40,4	88,6	708,0	175,5	505,6	430,0	447,7	435,1
Albuminate, Extractivstoffe und Salze	162,9	195,3	146,3	173,3	327,1	272,8	250,0	142,0	234,1	170,4	177,0	160,7	149,8

In 1000 Theilen	Mann von 87 Jahren					Mann von 93 Jahren			
	N. cruralis	N. brachialis	N. ischiadicus, oberer Th.	N. ischiadicus, unterer Th.	N. opticus	N. cruralis	N. brachialis	N. ischiadicus, oberer Th.	N. ischiadicus, unterer Th.
Wasser	541,4	686,8	623,0	672,2	685,7	500,0	610,3	511,8	624,7
Feste Stoffe	458,6	313,2	377,0	327,8	314,3	500,0	389,7	488,2	375,3
Fette etc.	274,0	39,0	186,1	118,3	200,0	325,0	103,0	243,6	145,2
Albuminate, Extractivstoffe und Salze	184,6	272,4	190,9	209,5	114,3	275,0	286,7	244,6	230,1

Nach den Untersuchungen von v. Bibra über die Natur des Aetherextracts der Nerven scheinen bei diesen die eigenthümlichen Gehirnfette und das Cholesterin gegen die eigentlichen Fette (Margarin und Oleïn) zurückzutreten.

So gab das vereinigte Aetherextract des N. cruralis und ischiadicus des 93jährigen Mannes in 100 Theilen:

Cerebrin	3,40
Phosphorhaltige Fette . . .	0,75
Cholesterin	0,88
Margarin und Oleïn	94,97
	100,00.

Aehnliche Verhältnisse ergaben sich in den meisten anderen Fällen beim Menschen; nur im Aetherextract des Nervus opticus wurden 28,57 Proc. Cerebrin und ausserdem viel Cholesterin gefunden.

Die Analyse des Aetherextracts der Nervi crurales, ischiadici und der Cauda equina des Pferdes ergab folgende Zahlen:

In 100 Theilen Aetherextract	Pferd		
	N. cruralis	N. ischiadicus	Cauda equina
Cerebrin	39,06	11,51	30,43
Cholesterin	8,00	2,96	8,70
Phosphorhaltige Fette, Margarin und Oleïn .	52,94	85,53	60,87

Auch diese Zahlen bestätigen den geringeren Cholesteringehalt der Nerven gegenüber Gehirn und Rückenmark.

Bei der Bestimmung der anorganischen Bestandtheile der entfetteten Nervensubstanz von Menschen erhielt v. Bibra nachstehende Zahlen.

Individuen	Aschenprocente für frische Nerven	Aschenprocente für bei 100 ° C. getrocknete Substanz	In 100 Theilen Asche	
			lösliche Salze	unlösliche Salze
36jähriges Weib . . .	0,76	4,22	68,17	31,83
78jähriges Weib . . .	—	—	67,91	32,09
87jähriger Mann:				
a. Nervus brachialis	1,16	4,28	56,14	43,86
b. » ischiadicus	0,63	3,13	52,10	47,90
93jähriger Mann . . .	—	—	57,66	42,34

Versuche über die Nervenerregbarkeit durch chemische Agentien. Obgleich dieser Gegenstand eigentlich in das Gebiet der Experimentalphysiologie gehört, und obgleich die Chemie vorläufig vollkommen ausser Stande ist, die aus den Versuchen sich ergebenden Thatsachen zu deuten, so können wir dieselben doch nicht ganz mit Stillschweigen übergehen, da dabei jedenfalls Affinitätswirkungen im Spiele sind, und die chemischen Agentien keinenfalls bloss als fremde Körper wirksam sind.

Einfluss chemischer Agentien auf die Nervenerregbarkeit.

Die motorischen Nerven werden zu Zuckungen angeregt durch folgende chemische Reagentien:

Verdünnte ätzende Alkalien, durch concentrirte Lösungen von Mineral- und organischen Säuren, Chloralkalien, Glycerin und gallensauren Salzen, Alkohol und Kreosot.

Die Reaction der Nerven gegen elektrische sowie gegen chemische Reize wird vollkommen aufgehoben, während die Irritabilität der Muskelfaser unverändert bleibt, durch Curare und Coniin.

Ohne allen Einfluss auf die Nervenerregung sind:

Chromsäure, Kupfervitriol, neutrales und basisch-essigsaures Bleioxyd, Kalkwasser und Aetzammoniak, Oxalsäure, fette Oele und Terpentin.

Die Nervenerregbarkeit ist demnach nicht von denselben chemischen Agentien beeinflusst wie die Muskelirritabilität, denn Chromsäure, Kupfervitriol, neutrales und basisch-essigsaures Bleioxyd, Kalkwasser und Ammoniak wirken sehr energisch auf die Muskelfaser, während sich die letztere dagegen gegen Alkohol und Kreosot indifferent verhält.

Anhang. Bei der chemischen Untersuchung der elektrischen Organe von Torpedo fand Max Schultze: Schleim, Harnstoff in verhältnissmässig grosser Menge, Kreatinin, Taurin(?), Milchsäure(?), phosphorsauren Kalk in grosser Menge, Chlornatrium und Spuren von Sulfaten im wässerigen Auszuge.

Elektrische Organe von Torpedo.

Von gewebsbildenden Bestandtheilen: collagenes Bindegewebe, elastische Fasern, gallertiges Bindegewebe mit Nervenfasern und Blutgefässen, Syntonin, und ein in verdünnter Salzsäure, Salpeterwasser und kohlensaurem Kali unlösliches Albuminat als Bestandtheil der elektrischen Platten.

Literatur zur Chemie des Gehirns und der Nerven. v. Bibra: Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen u. der Wirbelthiere. Mannheim 1854. — Derselbe: Ueber das Rückenmark und die Nerven. Annal. d. Chem. u. Pharm. XCI. S. 1. — Schlossberger: Erster Vers. einer allgem. u. vergl. Thierchemie. Leipzig 1856. (Nerven- und Muskelgewebe.) — W. Müller: Annal. d. Chem. u. Pharm. CIII, 131. Bd. CV, 361. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. CVII, 314. — Lorenz: Ueber die chemische Zusammensetzung des Gehirns. Inauguraldissert. Würzburg 1859. — Neukomm: Ueber das Vorkommen von Leucin, Tyrosin u. s. w. im menschl. Körper bei Krankheiten. Dissert. Zürich 1859.

VII. Chemie der drüsigen Organe.

Nachdem Liebig durch seine classische Arbeit über die Flüssigkeiten des Fleisches gezeigt hatte, dass auch complexere Gewebe einer erfolgreichen chemischen Untersuchung zugänglich sind, hat man von verschiedenen Seiten die parenchymatösen Flüssigkeiten der wichtigsten drüsigen Organe der chemischen Untersuchung unterworfen, indem man dabei Wege einschlug, welche mit den von Liebig bei der Bearbeitung der Fleischflüssigkeiten gebahnten mehr oder weniger vollständig übereinstimmten.

Die Hoffnung, auf diesem Wege zu für die Physiologie bemerkenswerthen Resultaten zu gelangen, wurde nicht getäuscht, indem es gelang, in diesen Organen mancherlei Stoffe aufzufinden, die bis dahin im Organismus entweder gar nicht, oder nicht an diesem Orte nachgewiesen waren, und die über die regressive Stoffmetamorphose im Allgemeinen, und insbesondere aber auch über den Stoffwechsel und die Bedeutung der fraglichen Organe selbst vielfache Aufklärungen gaben. Man hat sich bei diesen Untersuchungen meist auf die durch Wasser und nachheriges Auspressen auslaugbaren Bestandtheile der Drüsen beschränkt, und in der That auf diesem Wege wichtigere Resultate erlangt, wie durch hier und da ausgeführte quantitative Scheidungen der allgemeinen Bestandtheile der Drüsen, die man dabei als Ganzes auffasste, und durch welche man nichts weiter erfuhr, wie den Wassergehalt der Drüsen, ihren Gehalt an Salzen, an löslichen Albuminaten, und an unlöslichem Rückstand, Thatsachen, die wohl bei der Beantwortung präcis gestellter Fragen unter ganz besonderen Bedingungen von Werth sein können, allgemein betrachtet aber ohne physiologische Bedeutung sind.

Wir theilen, da wir sonst zu beständigen Wiederholungen genöthigt wären, die bei der Untersuchung von Drüsensäften in Anwendung gezogenen Methoden in ihren Grundzügen ein- für allemal hier mit.

Untersuchungsmethoden von Liebig und Scherer.

Der von Liebig bei der Untersuchung der Flüssigkeit des Fleisches eingeschlagene und seither bei der Untersuchung mehrerer Drüsen befolgte Weg ist folgender:

Man versetzt die kalten wässerigen Auszüge, durch erschöpfende Behandlung der passend zerkleinerten Gewebe mit kaltem Wasser und tüchtiges Auspressen des Rückstandes erhalten, nachdem daraus durch Aufkochen das Albumin abgeschieden ist, mit Barytwasser so lange noch ein Niederschlag entsteht. Derselbe enthält in allen Fällen phosphorsauren und etwas schwefelsauren Baryt, phosphorsaure Bittererde und möglicherweise auch Harnsäure und Sarkin (auch wohl Xanthin?).

Das Filtrat von dem Barytniederschlage vertheilt man in grosse flache Porzellanschalen und concentrirt es im Wasserbade bei einer unter der Kochhitze des Wassers liegenden Temperatur; dabei bilden sich häufig schleimige sich immer wieder erneuernde Häute; diese Ausscheidungen enthalten kohlensauren Baryt, eine caseïnähnliche Materie, möglicherweise aber auch Harnsäure und Sarkin. Ist die Flüssiskeit bis zur dünnen Syrupsconsistenz abgedampft, so stellt man sie an einen mässig warmen Ort, und überlässt sie sich selbst, wobei vorhandenes Kreatin allmählich auskrystallisirt. Die Mutterlauge mit Alkohol behandelt giebt an diesen etwa vorhandenes Leucin und Tyrosin ab, welche sich beim Verdunsten der alkoholischen Flüssigkeiten ausscheiden, ebenso auch Kreatinin. Destillirt man die Mutterlauge mit Schwefelsäure, so erhält man im Destillat vorhandene flüchtige Fettsäuren; aus dem Destillationsrückstande können durch öfteres Schütteln mit Aether die letzten Antheile der flüchtigen Säuren, sowie sämmtliche vorhandene Milch- und Bernsteinsäure gewonnen werden, letztere krystallisirt beim freiwilligen Verdunsten der ätherischen Lösung. Der durch Schütteln mit Aether von den freien Säuren befreite Destillationsrückstand wird allmählich mit so viel starkem Alkohol versetzt, bis sich die Flüssigkeit bleibend trübt, auch wohl die Flüssigkeit mit Alkohol gekocht, bis die Trübung wieder verschwindet; es scheidet sich schwefelsaures Kali und etwa vorhandener Inosit allmählich in Krystallen aus.

Um aus den Barytniederschlägen, sowie auch aus den während des Abdampfens sich bildenden häutigen Ausscheidungen Harnsäure und Sarkin zu gewinnen, vereinigt man dieselben und behandelt sie mit kochender Kalilauge, welche Harnsäure und Sarkin aufnimmt. Man filtrirt und versetzt mit Salzsäure bis zur sauren Reaction; entsteht dadurch ein Niederschlag, so kann derselbe aus Harnsäure und Sarkin bestehen. Aus der kalischen Lösung fällt auf Zusatz von Chlorammonium die Harnsäure als harnsaures Ammoniak heraus, während Sarkin gelöst bleibt, und durch Abdampfen der ammoniakalischen Lösung erhalten wird. Zweckmässiger ist es, zur Ermittelung und Gewinnung des Sarkins die Methode von Strecker in Anwendung zu ziehen. Man benutzt dann dazu die Mutterlauge vom Kreatin, oder überhaupt, wenn letzteres nicht vorhanden war, das concentrirte Filtrat vom Albumincoagulum der wässerigen Auszüge. Man verdünnt diese Mutterlaugen oder Filtrate mit Wasser, versetzt sie mit einer Lösung von essigsaurem Kupferoxyd und erhitzt zum Kochen. Den gebildeten Niederschlag vertheilt man nach dem sorgfältigen Auswaschen in Wasser, zerlegt mit Schwefelwasserstoff, filtrirt vom Schwefelblei ab, und findet nun das Sarkin im Filtrate, woraus es sich beim allmählichen Verdunsten ausscheidet.

Untersuchungsmethode von Städeler.

Eine andere Methode wurde bei derartigen Untersuchungen von Städeler und seinen Schülern eingeschlagen. Die noch frischen fein zerhackten oder auch wohl durch Verreiben mit grobem Glaspulver zerquetschten Organe werden mit Wasser angerührt, und ausgepresst. Aus den filtrirten Flüssigkeiten wird das Albumin durch Kochen, nöthigenfalls unter Zusatz von etwas Essigsäure, coagulirt, und das Filtrat durch Bleiessig gefällt. Aus dem Filtrat vom Bleiniederschlage entfernt man das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff, verdampft die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit zur Syrupsconsistenz, behandelt mit siedendem starken Weingeist, und verdunstet den Auszug zur Krystallisation, wobei sich Leucin und Tyrosin, welches letztere bei Gegenwart von Extractivstoffen keineswegs unlöslich ist, und möglicherweise auch Taurin ausscheiden. Sind grössere Mengen von Tyrosin vorhanden, so findet es sich in dem in Weingeist unlöslichen Rückstand, der zuweilen auch Glutin enhält. Der Bleiessigniederschlag kann Harnsäure, Sarkin, Xanthin, Inosit, Cystin, möglicherweise auch Tyrosin und Taurin enthalten. Man zerlegt ihn nach dem Auswaschen in Wasser vertheilt durch Schwefelwasserstoff, und concentrirt das Filtrat, wobei sich die Harnsäure, wenn sie vorhanden ist, in Krystallen abscheidet; aus dem Filtrat erhält man auf die oben und Seite 210 beschriebene Weise Inosit, daneben scheidet sich, wenn es vorhanden ist, gewöhnlich auch Cystin und Xanthin und Sarkin aus.

Vergl. übrigens bezüglich der Gewinnung des Xanthins und Sarkins, sowie ihrer Trennung S. 230 u. 231.

Leber.

Chemische Bestandtheile.

Die bisher in der Leber theils des Menschen und theils von Thieren nachgewiesenen chemischen Bestandtheile sind nachstehende:

Wasser, — lösliches Albumin, — Collagen, — Fette, worunter Oleïn, Palmitin und Stearin, — Traubenzucker, — Glykogen, — Milchsäure und flüchtige Fettsäuren, — Inosit, — Harnsäure, — Sarkin, — Xanthin, — Cystin, — Leucin und Tyrosin, — Harnstoff, — Hämatoidin, — Gallenfarbstoff und Gallensäuren, — nicht näher isolirte extractive Materien, — anorganische Salze: Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen, gebunden an Chlor, Phosphorsäure und Schwefelsäure, — Mangan und Spuren von Kieselerde.

Es ist eine bekannte und forensisch sehr wichtige Thatsache, dass in den Organismus eingeführte Metalle sich vorzugsweise in der Leber localisiren, und hier auch dann noch in nachweisbarer Menge vorhanden sind, wenn sie sich anderswo nicht mehr nachweisen lassen. Am häufigsten finden sich in der Leber von derartigen Metallen: Blei, Kupfer, Quecksilber, Zink, Arsenik und Antimon.

Blei und Kupfer lassen sich spurenweise in den meisten Lebern nachweisen, da Spuren dieser Metalle mit den Nahrungsmitteln aus verschiedenen Gründen in den Organismus gelangen können.

Bezüglich der oben angeführten organischen Bestandtheile der Leber bemerken wir zur Erläuterung Folgendes:

Das lösliche Albumin stammt zum Theil allerdings aus den Blutgefässen, allein seine Menge ist zu bedeutend, als dass man es ganz auf Rechnung derselben setzen könnte; Collagen gehört den leimgebenden Gewebstheilen der Leber an; wird die Leber längere Zeit gekocht, so verwandelt es sich in Glutin, und findet sich dann im Leberdecocte.

Die Fette der Leber, die sich bei gewissen Krankheiten, wie wir später erörtern werden, ausserordentlich vermehrt zeigen, sind qualitativ keineswegs genau gekannt; dieselben sind zum Theil in Alkohol und Aether, zum Theil in Aether allein, und zum Theil endlich in Alkohol allein löslich; der in Alkohol und Aether lösliche Theil enthält zuweilen, aber im Allgemeinen selten, Spuren von Cholesterin (v. Bibra); bei 15 bis 18° C. ist er noch fest, und stets braun gefärbt. Die eigentlichen verseifbaren Fette der Leber enthalten jedenfalls Oleïn in bedeutender Menge, ausserdem Palmitin und Stearin.

Der Traubenzucker wurde von Cl. Bernard als Normalbestandtheil der Leber nachgewiesen. Der Zuckergehalt der Leber ist ein wechselnder, und bis zu einem gewissen Grade von der Nahrung und der Zeit der Nahrungsaufnahme abhängig, allein die Leber enthält auch dann Zucker, wenn dem Organismus gar keine oder keine stärkmehl- und zuckerhaltigen Nahrungsmittel zugeführt wurden. Wir werden erst weiter unten auf die Mengenverhältnisse eingehen.

Das Glykogen kann ebenfalls als ein Normalbestandtheil der Leber angesehen werden; da es sich durch Injection der Leber mit Wasser aus selber leicht auswaschen lässt, scheint es vorzugsweise in den grösseren Lebergängen enthalten zu sein.

Milchsäure wurde von verschiedenen Beobachtern in der Leber des Menschen und der Thiere nachgewiesen, während flüchtige Fettsäuren insofern nicht als Normalbestandtheil der Leber angesprochen werden können, als sie bisher nur in der Leber des Ochsen gesucht und nachgewiesen zu sein scheinen (Gorup-Besanez). Inosit hat man in der Leber bald gefunden, und bald vergeblich gesucht. Cloëtta fand ihn in der Leber des Ochsen, Neukomm in jener des Menschen bei Brightischer Nierenkrankheit, aber nur ein einziges Mal, während er in der Leber an anderen Krankheiten Verstorbener vergeblich gesucht wurde. Es erscheint demnach mindestens zweifelhaft, ob der Inosit als Normalbestandtheil der Leber anzusehen ist, oder ob er darin nur unter gewissen bis nun unbekannten Bedingungen auftritt.

Die Harnsäure scheint dagegen regelmässig in der Leber vorzukommen. Sie findet sich in der Menschen- und Ochsenleber constant, und zwar in ziemlicher Menge (Scherer, Cloëtta).

Sarkin und Xanthin scheinen die Harnsäure constant zu begleiten; wenigstens fand Scherer neben Harnsäure Sarkin in jeder Menschenleber, Xanthin bei gelber Leberatrophie und in der Leber des Ochsen, und Städeler fand Sarkin und Xanthin in der Leber des Ochsen.

Ob neben diesen Stoffen in der Leber zuweilen auch Guanin vorkommt, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Cystin wurde nur ein einziges Mal in der Leber aufgefunden, und zwar in der Leber eines am Typhus verstorbenen Säufers, und ist daher wohl als pathologischer Bestandtheil aufzufassen (Scherer). Taurin wurde mit voller Sicherheit in der Leber überhaupt noch gar nicht nachgewiesen. In der Leber eines an Krebscachexie verstorbenen Individuums fand Neukomm einmal Krystalle, die er nach ihrem Habitus und ihrem Verhalten in der Hitze für Taurin zu halten geneigt war.

Geringe Mengen von Leucin kommen zuweilen in normalen Lebern vor, nicht aber Tyrosin. Beide Stoffe treten aber in der Leber in reichlicher Menge bei verschiedenen Krankheiten auf, und sind hier von besonderer physio-pathologischer Bedeutung.

Harnstoff ist sicherlich kein Normalbestandtheil der Leber. Neukomm fand ihn ein einziges Mal in der Leber eines an Tuberculose zu Grunde gegangenen Mädchens.

Hämatoidin in Krystallen wurde von Virchow in einer carcinomatösen Leber, und von Valentiner nachgewiesen.

Gallensäuren müssen sich unter den extractiven Materien der Leber nothwendiger Weise vorfinden, da in den Gallengängen bereits fertig gebildete Galle enthalten ist, und dasselbe gilt von dem Gallenfarbstoff; bestimmte Angaben über ihre Nachweisung in den Leberauszügen scheinen aber zu fehlen.

Die von Cl. Bernard und Hensen angenommene Existenz eines eiweissartigen Ferments, welcher das Glykogen in Zucker verwandeln soll, ist chemisch ebensowenig erwiesen, wie die eines in Wasser unlöslichen Glykogens, dessen Existenz Hensen aus der Beobachtung erschliessen will, dass auch solche Lebern mit Ferment oder Salzsäure behandelt Zucker geben, aus welchen durch Wasser weder Zucker noch gewöhnliches Glykogen ausgezogen werden kann.

Der wässerige Auszug der Leber reagirt nach v. Bibra deutlich sauer, wird bei längerem Stehen opalisirend, und färbt sich von oben herab grünlich (Uebergang von Cholepyrrhin in Biliverdin ?).

Das Gewebsgerüste der Leber insbesondere das Gewebe der Blut- und Gallengefässe besteht aus den gewöhnlichen Bestandtheilen dieser

'ormelemente, die Flüssigkeit, welche durch Extraction der zerkleinerten ieber mit Wasser erhalten wird, ist ein Gemenge des Inhaltes der Blut- ınd Lymphgefässe, der Leberzellen, Lebergänge und Gallengänge, und ler Schleimdrüsen.

Chemische Umwandlungen einiger Stoffe durch Lebersubstanz.

Chemische Umwandlungen einiger Stoffe durch Leber-ubstanz. Schottin hat Versuche angestellt über die Einwirkung ler Lebersubstanz auf Rohrzucker und Fibrin bei der Körpertemperatur. Vird feingeschabte Kalbsleber mit Rohrzucker und Wasser in der Brüt-naschine bei 30 bis 36° C. digerirt, so ist der Rohrzucker nach 8 bis 0 Stunden völlig in Krümelzucker verwandelt; alsbald tritt saure Re-ction des Gemisches und Kohlensäureentwickelung ein, der Krümelzucker erschwindet, und ist, wie es scheint, in Milchsäure verwandelt. Fibrin ieferte, in gleicher Weise der Einwirkung der Lebersubstanz ausgesetzt, ,eucin und Tyrosin (die wohl von der Leber selbst stammten). Wurde leichzeitig Krümelzucker zugesetzt, so waren, abgesehen von der eintre-enden Milchsäuregährung, die Producte dieselben; nach 34 bis 40 Stunden ber war das Fibrin ganz oder theilweise in eine opalisirende Flüssig-eit verwandelt, die filtrirt und abgedampft einen gelblichen spröden tückstand hinterliess, ähnlich wie der von Glutin oder Blutserum. In hrem chemischen Verhalten stimmte die Flüssigkeit vollkommen mit Glutin iberein; eine Analyse des Rückstandes aber ergab viel weniger Stick-toff (10,9 bis 11,0). Für eine Umwandlung des Bindegewebes der Le-er konnte die Substanz nicht angesehen werden, da ihre Quantität mit lem etwa vorhandenen Bindegewebe in keinem Verhältnisse stand. Le-er mit Zucker ohne Faserstoff gab die beschriebene Substanz nicht.

Wurden bei oder nach der Gährung 30 bis 60 Tropfen Oel zugesetzt, ınd fleissig umgeschüttelt, so war nach einigen Stunden das Oel ver-chwunden. War die Gährung schon vollendet, so bewirkte der Zusatz les Oels nach kurzer Zeit neue Gährung und Gasentwickelung. Es war lann statt der glutinartigen Substanz Leucin vorhanden.

Diese Versuche verdienten wiederholt und derart modificirt zu wer-len, dass dadurch die noch zweifelhaften Punkte ihre Erledigung fänden. Es wäre die glutinartige Substanz besser zu isoliren, als es geschehen zu ein scheint, um über ihre Natur ins Reine zu kommen; es wäre zu er-nitteln, was aus dem verschwindenden Oele wird, und es wären endlich lie ebenfalls noch nicht entschiedenen Fragen zu lösen: ob das Leucin von ler Leber, oder von dem Faserstoff stammt, und ob nicht auch andere hierische Gewebe und Stoffe Rohrzucker in Traubenzucker verwandeln, vie diess mindestens sehr wahrscheinlich ist.

Schottin schliesst aus seinen Versuchen ausserdem, dass die in pa-hologisch-veränderten Lebern beobachteten Leucinkrystalle sich erst ıach dem Tode bilden, und daher als Leichenerscheinung aufzufassen seien.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Quantitative Analysen der Leber ıls Ganzes wurden in grosser Menge von v. Bibra an Menschen und

Thieren angestellt. Er bestimmte den Wassergehalt, das lösliche Albumin, Glutin, die extractiven Materien collectiv. Er bestimmte endlic die anorganischen Bestandtheile.

Oidtmann, der ebenfalls Leberanalysen ausführte, bestimmte de Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen, und zerlegt die letzteren genauer, als diess von v. Bibra geschehen war.

Analysen von pathologischen Lebern wurden von Frerichs v. Bibra u. Folwarczny ausgeführt. Wir stellen einige der gesund Lebern betreffenden Analysen tabellarisch zusammen.

Quantitative Analysen der Leber von Menschen und Thieren, bei normaler Beschaffenheit der Leber.

In 1000 Theilen	Leber von Menschen. v. Bibra					
	Junger Mann Tod in Folge eines Sturzes	Geisteskranker Mann	Weib an Karbunkel verstorben	Frau nach einer Amputation gestorben	Mann von 36 Jahren Typhus	Jüngling von 18 Jahren Typhus
Wasser	761,7	782,4	727,2	763,1	751,8	785,4
Feste Stoffe	238,3	217,6	272,8	236,9	248,2	214,6
Unlösliche Gewebe .	94,4	96,9	112,4	101,8	102,0	90,8
Lösliches Albumin .	24,0	16,5	26,7	29,9	26,3	27,2
Glutin.	33,7	39,9	58,2	26,7	40,5	55,3
Extractivstoffe. . . .	60,7	27,8	50,2	45,7	45,7	23,1
Fett	25,0	36,5	25,3	32,8	33,7	18,2

Eine volle Garantie dafür, dass die Analyse mit einer gesunden Leber angestellt wurde, bietet wohl nur der Fall I. dar, denn in den übrige Fällen kann wohl nur der Umstand für die normale Beschaffenheit de Leber angeführt werden, dass pathologisch-anatomische Verände rungen an den Lebern nicht nachzuweisen waren.

In 1000 Theilen	Leber von Thieren. v. Bibra					
	Ochs I.	Ochs II.	Kalb	Reh	Taube	
Wasser	708,6	719,2	728,0	728,6	719,7	735,8
Feste Stoffe	291,4	280,8	272,0	271,4	280,3	264,2
Unlösliche Gewebe .	129,8	112,9	110,4	120,0	114,0	132,2
Lösliches Albumin .	10,4	23,5	19,0	32,2	17,7	28,6
Glutin.	67,7	62,5	47,2	41,7	43,4	32,5
Extractivstoffe. . . .	57,1	49,1	71,5	42,3	51,7	42,2
Fett.	26,4	32,8	23,9	35,2	53,6	28,7

Bei den Analysen der Thierlebern stellt sich eine viel grössere Ueber-
einstimmung in der Zusammensetzung heraus, wie diejenige, welche sich
n obigen Analysen von Menschenlebern zeigt.

Allgemeine Folgerungen lassen sich übrigens aus allen diesen Ana-
ysen nicht ziehen.

Die Analysen von Oidtmann geben wir in nachstehender Tabelle:

In 1000 Theilen	Leber von Menschen. Oidtmann			
	Geisteskranker Mann von 58 Jahren Leber 1495 Grm.	58jähriger Mann Marasmus senilis Leber 470 Grm.	Neugeborenes Kind Syphilis Leber 150 Grm.	Alte Frau
Vasser	740,31	625,93	825,04	806,31
Organische Stoffe .	248,66	363,40	165,87	186,51
Anorganische Stoffe	11,03	10,66	9,08	7,18
Chlor	0,285	0,227	0,380	—
Phosphorsäure. . .	5,535	0,592	3,867	—
Schwefelsäure . . .	0,102	0,038	0,081	—
Kieselsäure	0,030	0,013	0,016	—
Kali	2,783	} 6,826	3,126	—
Natron	1,601		1,014	—
Kalk	0,399	} 0,412	0,029	—
Bittererde	0,023		0,005	—
Eisenoxyd	0,303	—	—	—
Phosphorsaures Eisenoxyd . .	—	2,491	0,490	—
Manganoxydul . . .	0,011	—	—	—
Kupferoxyd	0,006	—	—	—
Bleioxyd	0,001	—	—	—

In 1000 Theilen	Leber von Thieren. Oidtmann				
	Kaninchen	Junger Hund	Alter Hund	Stör	Karpfen
Vasser	560,52	792,75	632,76	818,16	782,88
Organische Stoffe .	431,35	198,29	359,85	169,68	203,70
Anorganische Stoffe	8,12	8,96	7,39	12,16	13,42

Aus seinen zahlreichen Beobachtungen zieht Oidtmann den Schluss,
ass der Wassergehalt der Leber und der drüsigen Organe überhaupt zu
em Alter und der körperlichen Ausbildung des Organismus in umgekehrtem

Verhältnisse stehe, auch wachse mit dem Lebensalter der Aschengehal Unter den anorganischen Bestandtheilen der Leber prävaliren die Kal salze über die Natronsalze, jedoch in geringerem Grade als im Fleisch

Diess ergiebt sich in der That, wenn wir die von Oidtmann fi die anorganischen Bestandtheile der Leber erhaltenen Zahlen auf 100 Thl Asche berechnen, und die so berechnete Zusammensetzung der Leberasch neben jene der Fleischasche stellen, wie diess in nachstehender Tabell ausgeführt ist.

Aschenanalysen der Leber verglichen mit denen des Fleisches.

In 100 Theilen Asche	Leber		Fleisch	
	Mann.	Kind.	Ochs.	Kalb.
	Oidtmann	Oidtmann	Stölzel	Staffel
Kali	25,23	34,72	35,94	34,40
Natron	14,51	11,27	—	2,35
Magnesia	0,20	0,07	3,31	1,45
Kalk	3,61	0,33	1,73	1,99
Kalium	—	—	5,36	—
Natrium	—	—	—	10,59 (Natrium und Chlor)
Chlor	2,58	4,21	4,86	
Phosphorsäure	50,18	42,75	34,36	48,13
Schwefelsäure	0,92	0,91	3,37	—
Kieselsäure	0,27	0,18	2,07	0,81
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	5,45 (Phosphorsaures Eisenoxyd bis Bleioxyd)	—	—
Eisenoxyd	2,74		0,98	0,27
Manganoxydul	0,10		—	—
Kupferoxyd	0,05		—	—
Bleioxyd	0,01		—	—
Kohlensäure	—	—	8,02	—

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich die grosse Uebereinsti mung in der Zusammensetzung der Leber- und Fleischasche auf das U zweideutigste.

Schwankungen des Zuckergehalts der Leber.

Ueber den Zuckergehalt der Leber und über die Schwankungen, d er unter verschiedenen physiologischen Bedingungen zeigt, wurden v Cl. Bernard u. Stockvis Untersuchungen angestellt; wir stellen eini der von diesen Beobachtern und der von Moos erlangten Resultate d übersichtlichen Darstellung halber tabellarisch zusammen.

Beobachtungsgegenstand	Bemerkungen	Zucker der Leber in Procenten	Beobachter
Mensch	Plötzlicher Tod; nüchtern,	0,79	Cl. Bernard
"	der Magen gefüllt . . .	2,14	"
"	2 Tage nach dem Tode, Magen leer	1,10	"
"	Diabetes mellitus	2,30	"
"	Diabetes mellitus, Magen gefüllt, 40 Stunden nach dem Tode	1,79	Stockvis
"	während der Verdauungszeit	1,55	"
Hund (Die Thiere gleich nach der Fütterung getödtet)	Fleischnahrung	1,90	Cl. Bernard
"	desgleichen	1,40	"
"	Brod und Fleisch	1,70	"
"	desgleichen	1,30	"
"	desgleichen	1,30	"
"	drei Tage nur mit Mehl und Zucker gefüttert .	1,90	"
"	sechs Tage ausschliesslich mit Mehl	1,50	"
"	ungesalzenem Speck . .	0,90	"
"	Schweineschmalz	0,60	"
"	Leim	1,33	"
"	Hammelfett	1,65	"
"	Mehl	1,25	"
"	Kartoffeln, Stärke, Zucker	1,88	"
"	8tägiger Hunger	0	Stockvis
"	nach 8tägigem Hungern Fleisch	1,30	"
Kaninchen	—	2,17	"
"	—	2,70	"

Nach den Beobachtungen von Moos gaben

500 Grm. Kaninchen normal	0,7	Grm. Zucker
" " " milchgebend	2,3	" "
" " " nach Durchschneiden des Vagus	0,1	" "
500 Grm. Hund nach Vagusdurchschneidung	0,09	" "

Einfluss der Nahrungsaufnahme, der Art der Nahrung, und der Innervation.

Aus diesen und anderen Beobachtungen lässt sich der allgemeine Schluss ziehen, dass der Zuckergehalt der Leber von der Zeit der Nahrungsaufnahme, von der Art derselben, und von der Innervation bis zu einem gewissen Grade beeinflusst wird.

1. Die Leber gesunder Individuen, die unter normalen Lebensbedingungen stehen, ist immer zuckerhaltig, gleichgültig, ob die Nahrung eine ausschliesslich animalische, oder ob sie eine ausschliesslich vegetabilische, oder gemischte ist.

2. Bei vollständiger Nahrungsentziehung vermindert sich der Zucker in der Leber, bei nahendem Hungertode verschwindet er auch wohl ganz.

3. Einige Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit erreicht der Zuckergehalt der Leber gewöhnlich sein Maximum.

4. Bei reiner Fleischnahrung wird in der Leber nicht weniger Zucker erzeugt, wie bei gemischter, und selbst bei ausschliesslicher Nahrung mit Mehl und Zucker; füttert man ausschliesslich mit Wasser und Leim, oder mit Wasser und Stärkmehl, so findet ebenfalls eine erhebliche Verminderung des Zuckergehaltes der Leber nicht statt; bei alleiniger Nahrung von Fett und Wasser aber sinkt der Zuckergehalt beträchtlich.

5. Eine Zuckervermehrung in der Leber tritt ein: nach der Piqûre, und nach der Durchschneidung der Nervi splanchnici (Cl. Bernard, Gräfe, Hensen).

6. Eine erhebliche Verminderung bis zum gänzlichen Verschwinden des Zuckers tritt ein nach Durchschneidung des Nervus vagus (Cl. Bernard, Moos); Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb der Halsanschwellung soll den Zucker verschwinden machen, nicht aber das Glykogen; Durchschneidung des Rückenmarks über der Halsanschwellung macht Zucker und Glykogen aus der Leber verschwinden (Cl. Bernard). Nach dem letztgenannten Physiologen soll übrigens nur dann eine Verminderung des Zuckergehaltes auf Durchschneidung des N. vagus folgen, wenn dieselbe am Halse vorgenommen wird, während eine Durchschneidung desselben unter der Brusthöhle keine Verminderung des Zuckers bewirkt, und Reizung des centralen Stumpfes eines am Halse durchschnittenen Vagus ihn sogar vermehren würde.

7. Die Leber eines Thieres, das bis zur Todeskälte (18 bis 20° C.) abgekühlt ist, verliert den Zucker, nicht aber das Glykogen; wird das Thier wieder erwärmt, so kehrt der Zucker wieder. Wird das Thier aber auf 50 bis 60° C. erwärmt, so verschwinden Zucker und Glykogen.

8. Vergiftung durch Curare bei künstlich eingeleiteter Athmung, Einspritzung von Aether und verdünnter Ammoniaklösung in die Pfortader, und Einathmung von Aetherdämpfen sollen eine Vermehrung des Zuckergehaltes der Leber veranlassen (Cl. Bernard, Harley, A. Reynoso).

9. Die Milchabsonderung soll nach Moos eine Vermehrung des Zuckergehaltes der Leber zur Folge haben, was aber Cl. Bernard nicht bestätigt finden konnte.

Sehr bedeutenden Schwankungen ist auch der Fettgehalt der Leber unterworfen, wie sich diess schon aus den oben mitgetheilten Analysen v. Bibra's ergiebt. In der gesunden Leber scheint er mit dem allgemeinen Fettreichthum des Körpers zu wachsen; er ist aber auch entschieden abhängig vom Fettgehalt der Nahrung, wie schon Magendie, Gray, Laue u. A. behauptet hatten. Frerichs hat durch exacte Versuche die Richtigkeit dieses Satzes dargethan; wenn er Hunde, denen er ein Stückchen Leber ausgeschnitten, mit fettreicher Nahrung fütterte, so ergab sich schon nach 22 Stunden eine merkliche Zunahme des Fettgehaltes der Leber, und nach 8 Tagen war die Leber mit Fett aufs Reichlichste erfüllt. Wurde umgekehrt fettarme Nahrung gereicht, so fand alsbald eine Abnahme des Fettgehaltes der Leber statt. Die Fette werden in das Innere der Leberzellen als Körnchen und Tröpfchen, zuweilen aber auch krystallinisch abgelagert. Ausser in den Zellen soll aber das Fett auch frei in den Gallengängen vorkommen (Vogel, Wedl).

Schwankungen im Fettgehalt der Leber.

Insofern diese den Zucker- und Fettgehalt der Leber betreffenden Thatsachen für die Function dieses Organs von Bedeutung sind, wurden sie bereits S. 182 erörtert.

Pathologisch-chemische Veränderungen der Leber. Bei verschiedenen Krankheiten treten in der Leber Stoffe auf, welche in gesunden Lebern entweder nicht, oder nur in sehr geringen Mengen vorzukommen scheinen; hierher gehören Leucin und Tyrosin, Cystin und Harnstoff. Meist ist das Auftreten dieser Stoffe von der Beeinträchtigung der Leberfunction: der Gallenbildung, begleitet, doch ist namentlich die Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber bei so vielen Krankheiten beobachtet, dass eine bestimmte Beziehung zu Leberkrankheiten im engeren Sinne nicht angenommen werden kann. Man hat diese Vermehrung beobachtet bei Typhus, Pyämie, perniciösen Wechselfiebern, Pleuritis mit Cerebralerscheinungen, Rückenmarkslähmungen, Anämie, Tuberculose, acutem Gelenksrheumatismus, Herzkrankheiten, endlich im bösartigen Icterus, acuter Leberatrophie und acuter gelber Erweichung der Leber, sonach eigentlichen Leberkrankheiten.

Pathologische Veränderungen.

Quantitative Analysen der Leber in Krankheiten sind, wie bereits oben bemerkt, von v. Bibra, Frerichs und Folwarczny angestellt. Der Werth der Analysen des erstgenannten Chemikers aber wird dadurch wesentlich beeinträchtigt, dass eine Vergleichung der Analysen mit den pathologisch-anatomischen Veränderungen der betreffenden Lebern nicht möglich ist, da letztere nicht constatirt zu sein scheinen. Dieser Vorwurf trifft die Analysen von Frerichs nicht. Wir stellen einige dieser Analysen zusammen.

Quantitative Analysen der Leber in Krankheiten.

In 1000 Theilen	Frerichs			v. Bibra					Folwarczny	
	Fettleber	Wachsleber	Granulirte Fettleber	Lebererweichung 91jähr. Frau	Typhus Mädchen von 22 Jahren	Tuberculos. pulm. 22jähr. Mann	Fettleber Tuberculose	Lebercirrhus 68jähr. Mann	Diabetes mellitus	Embolie der Art. hepat.
Wasser	730,9	802,0	783,3	731,5	677,3	785,5	710,3	775,6	753,7	807,8
Feste Stoffe	269,1	198,0	216,7	268,5	322,7	214,5	289,7	224,4	246,3	192,2
Lösliches Albumin	36,7	35,0	13,7	40,8	24,4	28,7	13,8	9,6	66,9	21,4
Unlösliches Gewebe	40,0	36,0	136,9	119,7	91,2	88,0	31,0	14,8	117,1	88,9
Glutin	19,8	115,0	46,1	34,6	35,1	26,8	44,2	46,2	11,2	11,6
Extractivstoffe				52,0	73,6	53,0	26,5	76,7	22,4	36,6
Fett	172,6	22,0	20,0	21,4	98,4	18,0	174,2	77,1	18,9	24,4
Lösliche Salze	—	—	—	—	—	—	—	—	9,8	4,2
Unlösliche Salze	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	5,0

Allgemeine Schlüsse lassen sich aus diesen wenigen Analysen nicht ziehen, ausser etwa der höhere Fettgehalt der Leber unter jenen Bedingungen, unter welchen ihn auch die pathologische Anatomie schon nachweist. Bemerkenswerth ist die hohe Ziffer für die Extractivstoffe beim Typhus, wo sich beinahe constant reichliche Mengen von Leucin und Tyrosin in der Leber finden.

Bei **Diabetes mellitus** ist der Zuckergehalt der Leber **vermehrt** (**Bernard**, **Stockvis**; vergl. oben S. 656), in fieberhaften Krankheiten dagegen verliert sich der Zucker, vorausgesetzt, dass sich die Thiere der Nahrung enthalten, vollkommen. Nehmen die Thiere Futter zu sich, so verschwindet das Glykogen, nicht aber der Zucker (Cl. **Bernard**). In der Allgemeinheit, wie diese Sätze ausgesprochen sind, bedürften sie weiterer Begründung.

Milz.

Die in den wässerigen Auszügen der Milz von Menschen und Thieren (Ochsen) aufgefundenen Stoffe sind zahlreich, und für die Bedeutung des Organs von Interesse. Es sind folgende:

Chemische Bestandtheile.

Lösliches Albumin — ein durch Essigsäure fällbares stark **eisenhaltiges Albuminat** — verschiedene **eisenhaltige Pigmente** — **Fette**, worunter ein halbfestes — **Cholesterin**, — **flüchtige Fettsäuren**: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, — **Milchsäure**, — **Bernsteinsäure**, — **Inosit** — **Harnsäure**, — **Sarkin**, — **Xanthin**, — **Leucin**, — **Tyrosin**, — **anorganische Stoffe**: **Kali**

Natron, Bittererde, Kalk, Eisen und Mangan, gebunden an Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure — Kieselerde und nicht selten Spuren von Kupfer und Blei.

Der wässerige Milzauszug reagirt sauer.

Das stark eisenhaltige Albuminat erhält man aus dem Filtrat vom Albumincoagulum des Milzextracts durch Fällung mit Essigsäure; es entsteht dadurch ein in überschüssiger Essigsäure wenig löslicher weisser Niederschlag, der bei gelindem Erwärmen der Flüssigkeit sich als eine körnige flockige Masse rasch abscheidet. Beim Trocknen backt er leimartig zusammen. Er enthält das eisenhaltige Albuminat (das Eisen wahrscheinlich als phosphorsaures), ausserdem aber noch Cholesterin und ein halbfestes Fett, die beide durch Behandlung des Niederschlags mit Aether ausgezogen werden. Durch langsames Verdunsten des ätherischen Auszuges kann man das Cholesterin vom Fette trennen (Bödeker, Scherer). Die Fette der Milz sind übrigens nicht näher studirt; dasselbe gilt von den eisenhaltigen Pigmenten.

Flüchtige Fettsäuren fanden alle Beobachter in der Milz, ebenso fand ich Milchsäure, Bernsteinsäure in der Ochsenmilz (durch Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmung constatirt). — Inosit wurde von Cloëtta, Scherer und Bödeker wiederholt und zwar in erheblicher Menge in der Ochsenmilz aufgefunden, konnte aber von Neukomm in der Milz des Menschen, allerdings an Krankheiten verstorbener, nicht nachgewiesen werden.

Die Harnsäure wurde von Scherer, Cloëtta und von mir in der Milz, auch des Ochsen aufgefunden. Um diese Säure jedoch als constanten Bestandtheil der Milz anzusprechen, scheinen die Beobachtungen noch nicht zahlreich genug; auch konnte Neukomm unter Städelers Leitung die Harnsäure in der Menschenmilz, bei Syphiliscachexie und Delirium tremens nicht nachweisen.

Das Sarkin wurde von Scherer in der Milz des Ochsen entdeckt, und unter dem Namen Hypoxanthin beschrieben. Er fand es aber auch in der menschlichen Milz und zwar in allen Altersperioden. Sein Vorkommen in der Ochsenmilz wurde von verschiedenen Seiten bestätigt (Gorup-Besanez, Cloëtta, Städeler).

Das Xanthin wurde von Scherer in der Milz des Ochsen und des Menschen (bei Milztumor) nachgewiesen. Städeler bestätigt das Vorkommen xanthinähnlicher Körper in der Ochsenmilz.

Leucin und Tyrosin kommen in der Milz im gesunden und kranken Zustande, wie es scheint, constant und in ziemlicher Menge vor, jedoch in wechselnden relativen Gewichtsverhältnissen, bald überwiegt das Leucin und bald das Tyrosin. Die anorganischen Bestandtheile der Milz sind qualitativ dieselben wie jene der Leber, und auch von aussen in den Organismus eingeführte Metalle, wie Kupfer, Blei, Zink u. s. w., lassen sich ähnlich wie in der Leber auch in der Milz meist nachweisen.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Genauere quantitative Bestimmungen der anorganischen Milzbestandtheile, des Wassers und der organischen Stoffe collectiv wurden von Oidtmann ausgeführt. Um die Unterschiede in den quantitativen Verhältnissen der Leber und Milz übersichtlich zu machen, stellen wir die von Oidtmann mit Leber und Milz eines und desselben Individuums angestellten Analysen tabellarisch zusammen.

In 1000 Theilen	Geisteskranker Mann. 56 Jahr		Geisteskranke Frau	Marasmus sen. 58jähriger Mann		Syphilitischer Neugeborner einigeStunden alt	
	Leber 1495 Grm.	Milz 198 Grm.	Milz 115 Grm.	Leber 470 Grm.	Milz 175 Grm.	Leber 150 Grm.	Milz 89,8 Grm.
Wasser	740,31	750,31	774,80	625,93	693,87	825,04	800,07
Feste Stoffe	259,69	249,69	225,20	374,07	306,13	174,96	199,93
Organische Stoffe	248,66	242,32	215,69	363,40	301,18	165,87	193,25
Anorganische St.	11,03	7,36	9,50	10,66	4,94	9,08	6,67
Chlor	0,285	0,040	0,125	0,227	0,074	—	—
Phosphorsäure	5,535	1,995	1,803	0,592	0,172	—	—
Schwefelsäure	0,102	0,187	0,137	0,038	—	—	—
Kieselsäure	0,030	0,013	0,069	0,013	0,051	—	—
Kali	2,783	0,707	1,664	} 6,826	} 3,207	—	—
Natron	1,601	3,263	3,356			—	—
Kalk	0,399	0,551	0,694	} 0,412	0,049	—	—
Bittererde	0,023	0,036	0,097		—	—	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	—	1,548	2,491	1,373	—	—
Eisenoxyd	0,303	0,536	—	—	—	—	—
Manganoxydul	0,011	0,006	0,003	—	—	—	—
Kupferoxyd	0,006	0,005	0,004	—	} Spur	—	—
Bleioxyd	0,001	—	0,003	—		—	—

Aus der Vergleichung dieser Analysen ergiebt sich, dass die Mil durchschnittlich wasserreicher ist, wie die Leber, sie enthält ferner wenige Aschenbestandtheile. Unter den letzteren ist das Verhältniss zwische Kali und Natron ein umgekehrtes wie bei der Leber; während in diese die Kalisalze prävaliren, prävaliren in der Milz die Natronsalze be deutend. Die Menge des Eisens ist in der Milz auffallend gross, was vo dem Blutreichthum der Milz allein um so weniger abgeleitet werde kann, als merkwürdigerweise trotz dieses Blutreichthums der Chlor gehalt der Milz sehr gering ist.

Diese Verhältnisse treten bei einer übersichtlichen Darstellung de für 100 Theile Asche berechneten Zahlen noch deutlicher hervor.

Asche der Milz.

In 100 Theilen Asche	Leber	Milz	
	56jährig. Mann	56jährig. Mann	Frau
Kali	25,23	9,60	17,51
Natron	14,51	44,33	35,32
Magnesia	0,20	0,49	1,02
Kalk	3,61	7,48	7,30
Eisenoxyd	2,74	7,28	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	—	16,30
Chlor	2,58	0,54	1,31
Phosphorsäure	50,18	27,10	18,97
Schwefelsäure	0,92	2,54	1,44
Kieselsäure	0,27	0,17	0,72
Manganoxydul	0,10	0,08	0,03
Kupferoxyd	0,05	0,06	0,04
Bleioxyd	0,01	—	0,03

Von Oidtmann ausgeführte Bestimmungen des Gehaltes der Milz verschiedener Thiere an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen werden wir zugleich mit analogen an anderen Drüsen von demselben Beobachter angestellten weiter unten mittheilen.

Ueber pathologisch-chemische Verhältnisse der Milz ist nichts Sicheres bekannt.

Pancreas.

Chemische Bestandtheile.

Die im Gewebe der Bauchspeicheldrüse nachgewiesenen Stoffe sind nachstehende:

Wasser, — lösliches Albumin, — Leucin, — Tyrosin, — Guanin, — Xanthin, — Milchsäure, — flüchtige Fettsäuren, — Inosit, — Fette, — anorganische Salze.

In dem Tage lang sich selbst überlassenen Auszuge des Pancreas kommt ein Körper vor, der sich mit Chlorwasser oder salpetriger Säure roth färbt. Ferner hat man im Gewebe der Bauchspeicheldrüse einmal einen dem Leucin homologen Körper ($C_{10}\ H_{11}\ N\ O_4$) nachgewiesen; derselbe konnte aber bei späteren Untersuchungen nicht mehr aufgefunden werden (Gorup-Besanez).

In der Bauchspeicheldrüse bei Diabetes mellitus fand Neukomm etwas Traubenzucker.

In keinem drüsigen Organe findet sich Leucin in solcher Menge, wie im Pancreas (Städeler u. Frerichs, Virchow, Gorup-Besanez,

Scherer). Aus 20 Pfund Pancreas des Ochsen erhielt Scherer 6 Unzen reinen Leucins, dagegen nur geringe Mengen von Tyrosin. Diese Menge Leucin entspricht 1,77 Proc. der frischen Drüse, und bei einem Wassergehalt derselben von 76 bis 77 Proc. 7,37 Proc. der festen Bestandtheile. Scherer wies ausserdem nach, dass das Leucin kein Fäulnissproduct, sondern bereits in der frischen Drüse enthalten ist, indem er die Pancreasdrüse eines eben geschlachteten Ochsen sofort nach dem Herausnehmen aus dem Körper zerkleinern und in Bleizucker legen liess; durch Auskochen des so präparirten Pancreas und die weitere Behandlung des entbleiten Decocts wurde viel Leucin erhalten.

Xanthin und Guanin finden sich in der Bauchspeicheldrüse, wie es scheint, wo nicht constant, doch sehr häufig. 20 Pfd. Pancreas des Ochsen lieferten Scherer 1,837 Grm. salzsaures Guanin = 1,238 Grm. Guanin, und 1,681 Grm. Xanthin. Diess entspricht für 100 Thle. frischer Bauchspeicheldrüse 0,0122 Guanin, und 0,0166 Xanthin, und letzteres ist daher im Pancreas in grösserer Menge enthalten, wie im Fleische (0,0026 Grm.). Scherer erhielt diese beiden Körper aus der Bauchspeicheldrüse, indem er die durch Barytwasser ausgefällten und vorher durch Kochen von Albumin befreiten Auszüge unter Zusatz von essigsaurem Kupferoxyd eindampfte, den Kupferniederschlag in Salzsäure und Wasser kochend löste, noch warm mit Schwefelwasserstoff zersetzte, vom Schwefelkupfer abfiltrirte, und verdunstete, wobei sich zuerst Xanthin in stark gefärbten krystallinischen Krusten, und später salzsaures Guanin in Nadeln abschied.

Inosit konnte Scherer in der Bauchspeicheldrüse nicht nachweisen, wohl aber Bödeker, der aus einem einzigen Pancreas des Ochsen reichliche Mengen von Inosit darstellte. Demnach dürfte der Inosit als constanter Bestandtheil der Bauchspeicheldrüse kaum zu betrachten sein.

Quantitative Bestimmungen über den Wassergehalt, und den Gehalt an organischen und anorganischen Stoffen des Pancreas werden wir weiter unten folgen lassen.

Andere Bestimmungen, so wie namentlich auch Analysen der Pankreasasche fehlen, ebensowenig hat die Chemie über pathologische Veränderungen dieser Drüse Aufschlüsse gebracht.

Pancreassteine.

Ein Concrement im Wirsung'schen Gange hat Lehmann untersucht. Es bestand hauptsächlich aus einem geronnenen Albuminat, und enthielt ausserdem nur wenig kohlensauren und phosphorsauren Kalk. Ein von O. Henry analysirter Pancreasstein bestand zu $^2/_3$ aus phosphorsaurem Kalk, zu $^1/_3$ aus gleichen Theilen von kohlensaurem Kalk und organischer stickstoffhaltiger Materie mit Spuren von löslichen Salzen. Golding-Bird fand in einem Pancreasconcrement 80 Thle. phosphorsauren, 3 Thle. kohlensauren Kalk, und 7 Thle. thierischer Materie.

Nieren.

Die in den Nieren bisher überhaupt aufgefundenen Stoffe sind nachstehende: Chemische Bestandtheile.

Wasser, — lösliches Albumin, — Fette, — Sarkin, — Xanthin, — Cystin, — Taurin, — Kreatin, — Leucin, — Tyrosin, — Harnstoff, — Harnsäure, — oxalsaures Natron, — Inosit, — Traubenzucker, — anorganische Salze, — Ammoniak.

Mit Ausnahme des Wassers, des Albumins, der Fette und der anorganischen Salze ist es von allen übrigen aufgezählten Stoffen fraglich, ob sie als constante Bestandtheile des Nierengewebes anzusehen sind.

Sarkin und Xanthin wurden von Cloëtta und Städeler in den Ochsennieren aufgefunden, in Menschennieren von Neukomm.

Cystin in den Nieren des Ochsen von Cloëtta in einem Falle; in einem anderen Falle dagegen gelang es nicht, Cystin aufzufinden, und es fand sich statt dessen Taurin vor.

Kreatin wurde in der Niere von Hunden, deren Ureter 2 bis 3 Stunden unterbunden war, aufgefunden. Blieb der Ureter mehrere Tage lang geschlossen, so war das Kreatin verschwunden (Hermann).

Leucin wurde in der Niere des Ochsen weder von Cloëtta, noch von Städeler aufgefunden. In den Nieren eines an Cholera verstorbenen Menschen dagegen, so wie in den Nieren an verschiedenen Krankheiten Verstorbener wurde es in reichlicher Menge gefunden, in anderen pathologischen Fällen dagegen fehlte es. Dasselbe gilt vom Tyrosin (Städeler, Neukomm). Beckmann fand in den Nieren Leucin und Tyrosin.

Harnsäure, wohl aus dem Harn stammend, wurde in menschlichen Nieren bei Tuberculose, Delirium tremens und Morbus Brighti von Neukomm nachgewiesen; sie fehlte aber in anderen Krankheiten, und in den Nieren des Ochsen (Cloëtta).

Harnstoff fand Neukomm in den Menschennieren bei Morbus Brighti in einem Falle, in anderen Fällen und bei anderen Krankheiten konnte er nicht aufgefunden werden.

Oxalsaures Natron wurde ein einziges Mal bei Brightischer Krankheit aufgefunden (Neukomm).

Inosit wurde von Cloëtta in den Ochsennieren aufgefunden, und zwar in reichlicher Menge; aus 13 Pfd. Ochsennieren erhielt er 5 bis 6 Gramm Inosit. In verhältnissmässig gleicher Menge fand er ihn in der normalen Menschenniere, und Neukomm wies ihn bei verschiedenen Krankheiten in der Niere nach, bei anderen dagegen nicht.

Traubenzucker fand Neukomm in den Nieren eines an Diabetes mellitus Verstorbenen (0,12 Proc.).

Es steht dahin, ob die von Neukomm mehrfach gefundenen Ammoniaksalze einer Zersetzung des Harnstoffs ihren Ursprung verdanken.

Das Cystin, welches Cloëtta in den Nieren nachwies, fand sich in dem Niederschlag, welchen Bleiessig in dem von Albumin befreiten wässerigen Auszuge der Drüsen erzeugte. Der ausgewaschene Niederschlag wurde mit Schwefelwasserstoff zerlegt, und die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit concentrirt, bis Alkohol eine bleibende Trübung erzeugte, hierauf mit dem gleichen Volumen Alkohol vermischt, und bis zum Verschwinden der Trübung erwärmt. Neben Inosit schied sich dann ein bräunlicher Absatz aus, der sich als ein Gemenge von Cystin und xanthinähnlichen Körpern erwies, aus welchem kohlensaures Natron das Cystin auszog, die Xanthinkörper (Sarkin oder Xanthin oder ein Gemenge von beiden) aber ungelöst liess. Aus der Sodalösung wurde das Cystin durch Essigsäure gefällt.

Taurin fand Cloëtta in dem Filtrat des Bleiessigniederschlags; aus diesem Filtrate wurde das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt, dann dasselbe bis zur Syrupsconsistenz concentrirt, zur Entfernung der essigsauren Alkalien die Auflösung des syrupartigen Rückstandes in schwachem kalten Weingeist mit verdünnter Schwefelsäure gefällt, und ein kleiner Ueberschuss der letzteren durch vorsichtigen Zusatz von Barytwasser entfernt. Die klare Lösung wurde hierauf so weit eingedampft, bis ein gleiches Volumen Alkohol eine bleibende Trübung hervorbrachte, hierauf die ganze Flüssigkeit mit dem gleichen Volumen Alkohol vermischt, und bis zum Verschwinden der Trübung erwärmt. Nach einigen Tagen schieden sich an den Wandungen des Gefässes Krystalle von Taurin aus.

Einige quantitative Bestimmungen vgl. weiter unten.

Nebennieren.

Chemische Bestandtheile.

In dem Gewebe der Nebennieren hat man nachstehende Stoffe aufgefunden:

Wasser, — einen eigenthümlichen, in seiner Lösung durch Jod roth, durch Eisenchlorid schwarzblau gefärbten Körper, — Leucin, — Benzoësäure, — Hippursäure, — Taurocholsäure, — Taurin, — Fette, worunter Palmitin, — Myelin, — anorganische Salze: phosphorsaures Kali, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk und Bittererde, Chlorkalium, Eisen.

Allgemeines chemisches Verhalten des Nebennierensaftes.

Der aus der Medullarsubstanz der Nebennieren von Menschen und Thieren gewonnene Saft mit destillirtem Wasser verdünnt, reagirt neutral oder schwach sauer; Eisenchlorid bewirkt darin eine dunkle, ins Blaue oder Grüne spielende, zuweilen schwärzliche Färbung, wässerige Jodtinctur, ebenso auch Chlor und Brom in geringer Menge erzeugen eine carminrothe Färbung; der Saft nimmt auch eine rothe Färbung an, wenn er einige Stunden steht und namentlich dem Sonnenlichte ausgesetzt wird; vorheriges Aufkochen beschleunigt die rothe Färbung, welche auch durch

Zusatz von Salpetersäure und Schwefelsäure nicht verhindert wird, und sich oft Monate lang erhält. Eine ähnliche rothe Färbung bewirken Mangan-, Kobalt-, Nickelchlorür, Eisenchlorür, Platin- und Goldchlorid. In dem Nebennierensaft des Hammels tritt die rothe Färbung nach vorhergehendem Aufkochen nicht mehr ein (Vulpian, Harley). Der diese Reaction veranlassende Körper kommt ausschliesslich der Marksubstanz zu, und zwar nicht den morphologischen Elementen derselben, sondern der Intercellularflüssigkeit (Virchow). Behandelt man das Gewebe der Nebennieren mit sehr verdünnter Salzsäure, so färbt sich die abfiltrirte klare Lösung bei Zusatz von überschüssigem Ammoniak schön roth; nach dem Verdunsten des überschüssigen Ammoniaks wird die Lösung wieder farblos (Seligsohn). Bei der Behandlung mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali nimmt der Nebennierensaft eine schön violette Färbung an.

Leucin wurde in den Nebennieren von Virchow und Neukomm aufgefunden, von Seligsohn aber vergeblich gesucht.

In dem alkoholischen Extracte der Hammelsnebennieren fanden Cloez und Vulpian Chlorkalium in grösserer Menge, dann Hippursäure und Taurocholsäure. Virchow erinnerte daran, dass dieser Befund möglicherweise von einer Imbibition aus der Gallenblase und Leber herrühren könne, insofern er sich auf das Auffinden der Taurocholsäure bezieht, doch sah er gleichfalls mit dem Extracte menschlicher Nebennieren die Pettenkofer'sche Reaction eintreten.

In dem alkoholischen Auszuge der Nebennieren des Ochsen fand Seligsohn Choralkalien und Benzoësäure (constatirt durch Löslichkeitsverhältnisse, mikroskopische Krystallform und Sublimationsfähigkeit).

Die von den Krystallen befreite Lösung wurde unter Kreidezusatz verdampft, der Rückstand mit verdünntem Alkohol heiss extrahirt, das Extract endlich mit verdünnter Salzsäure gekocht, um etwa vorhandene Taurocholsäure in Choloidinsäure und Taurin zu zerlegen. Die so erhaltene krystallinische Masse löste sich unter Bildung eines dem Ansehen nach mit Choloidinsäure übereinstimmenden Rückstandes, der jedoch die Pettenkofer'sche Reaction nicht gab. In der Lösung wurde jedoch ein Schwefelgehalt nachgewiesen, und beim Verdunsten derselben schieden sich Taurinkrystalle aus. (So lautet die Angabe Seligsohn's; exacte Beweise fehlen für sämmtliche Angaben.)

Bei Digestion menschlicher Nebennieren in höherer Temperatur scheiden sich grosse intensiv gelbe Fetttropfen aus, in denen bei gewöhnlicher Temperatur Palmitin krystallisirt. Myelin findet sich ebenfalls reichlich in der Medullarsubstanz, und steht die Menge nicht im Verhältnisse zu den vorhandenen Nervenfasern (Virchow).

Lungen.

In dem Lungengewebe hat man folgende Stoffe nachgewiesen: Lungen.

Wasser, — Albumin, — Inosit, — Leucin, — Taurin, — Tyrosin, — Harnsäure, — Harnstoff, — Oxalsäure.

Inosit, Harnsäure, Taurin und Leucin wurde von Cloëtta in den Ochsenlungen nach dem theils allgemein, S. 647, theils bei den Nieren S. 664 mitgetheilten Verfahren aufgefunden.

Leucin und Tyrosin fand Neukomm in den menschlichen Lungen bei verschiedenen Krankheiten, besonders reichlich bei einem Fall von Anämie; doch Tyrosin keineswegs constant. Auch Inosit und Harnsäure fand er in menschlichen Lungen.

Harnstoff (wenig) und Oxalsäure wurden neben Inosit von Neukomm in den Lungen eines an Brightischer Krankheit verstorbenen Menschen aufgefunden. Ammoniaksalze häufig, aber nicht constant.

Ueber die anorganischen Bestandtheile des Lungengewebes sind keine Untersuchungen angestellt.

Thymusdrüse.

Thymusdrüse.

In der Thymusdrüse theils von Menschen, theils von Thieren wurden nachgewiesen:

Wasser, — lösliches Albumin, — Collagen, — Elastin, — Fette, — Leucin, — Sarkin, — Xanthin, — Ameisensäure, — Essigsäure, — Bernsteinsäure — Milchsäure, — Zucker (?) — anorganische Stoffe: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Chlor und Schwefelsäure, endlich Ammoniaksalze.

Collagen, Elastin und Fette, sowie ein Theil der anorganischen Salze, gehören dem Gewebsgerüste der Drüse an, die übrigen Stoffe dem Drüsensafte.

Von diesen wurde Leucin von mir und Städeler u. Frerichs in der Thymus des Kalbes nachgewiesen; ebenso fand ich darin xanthinähnliche, damals noch unter dem Namen Hypoxanthin aufgeführte Körper. Scherer zeigte später, dass in der Thymusdrüse Xanthin und Sarkin vorkommen, welche Stoffe er trennen lehrte.

Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure und Bernsteinsäure wurden von mir ebenfalls in der Thymusdrüse des Kalbes nachgewiesen.

Zucker will Friedleben in der Thymusdrüse nachgewiesen haben.

Das von Frerichs und Städeler beobachtete Vorkommen von Ammoniaksalzen in der frischen Thymusdrüse wird von Friedleben in Abrede gestellt.

Der Saft der frischen Thymus reagirt meist sauer, seltener alkalisch oder neutral.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Friedleben hat einige quantitative Bestimmungen mit der Thymusdrüse vorgenommen; da aber die in Anwendung gezogenen Methoden theilweise ganz unrichtig und ungenau waren, so heben wir nur diejenigen Resultate hervor, die auf besseren Grundlage fussen.

Bestimmungen des Glutins resp. leimgebenden Gewebes, des löslichen Albumins und des Fettes mit der Thymusdrüse des Rindes in verschiedenen Altersperioden ergaben folgende Zahlen:

In 1000 Theilen	Kalb von 3 Wochen	Rind von 18 Monaten	Embryo von 5 Monaten
Albumin	122,94	115,55	—
Glutin	25,47	30,30	—
Fett	13,75	168,07	18,72

Friedleben bestimmte ferner das Verhältniss der Asche der Thymus, der Alkalisalze und der Erdphosphate in verschiedenen Altersperioden, und erhielt nachstehende Resultate:

Alter des Thieres	Thymusasche in Grammes	Erdphosphate in Grammes	Alkalisalze in Grammes	Procente der Erdphosphate	Procente der Alkalisalze
Embryo von 5 Monaten	0,032	0,002	0,030	6,250	93,750
Kalb von 10 Tagen. . .	0,740	0,131	0,609	17,702	82,298
Kalb von 3 Wochen . . .	1,487	0,452	1,033	30,428	69,572
Rind von 12 Monaten .	1,348	0,246	1,102	18,259	81,741
Rind von 15 Monaten .	1,217	0,170	1,048	13,992	86,008
Kuh von 18 Monaten .	1,207	0,053	1,154	4,391	95,609
Kuh von 2 Jahren . . .	0,348	0,005	0,343	1,430	96,570

Hieraus ergiebt sich eine allmähliche Zunahme der Erdphosphate mit zunehmendem Wachsthum des Thieres, sowie eine allmähliche Abnahme derselben gegen den Zeitpunkt der Thymusinvolution.

Unter den Alkalisalzen der Thymusasche wiegt das Kali über das Natron vor. Friedleben fand den Kaligehalt ziemlich constant für alle Lebensperioden, zwischen 31,8 bis 32,8 Proc. liegend, während das Natron beim Kalbe von 10 Tagen bis 3 Wochen 16 Proc., bei den Rindern von 12 bis 18 Monaten 23 bis 24 Proc. betrug.

Der wässerige Auszug der Thymusdrüse des Kalbes hinterlässt eingeäschert eine Asche, welche sich beinahe vollständig in Wasser löst, und sehr viel Kali, Phosphorsäure als Pyrophosphorsäure, ferner Chlor, Natron, nebst geringen Spuren von Bittererde und Schwefelsäure enthält. In einem Falle wurde das Verhältniss des Kalis zum Natron 2,18 : 0,60,

in einem zweiten 9,95 : 3,21 gefunden. Die Mengen der Phosphorsäure verhielten sich zu denen des Chlors in einem Versuche wie 23,25 : 14,34 (Gorup-Besanez). Nach Friedleben überwiegt in der Thymusdrüse der Kalk die Bittererde, ich fand in einem Falle das Verhältniss umgekehrt, doch hat sich Friedleben zur Bestimmung des Kalks und der Bittererde einer unrichtigen Methode bedient, so dass seine Angaben keine Beweiskraft beanspruchen dürfen.

Thyreoidea, Speicheldrüsen, Lymphdrüsen, Hoden.

Darin nachgewiesene Bestandtheile.

Ueber die Chemie dieser Drüsen besitzen wir nur spärliche Notizen. In der Thyreoidea des Ochsen wurden gefunden: Leucin (Frerichs u. Städeler, Gorup-Besanez), — Sarkin und Xanthin (Gorup-Besanez, wenigstens xanthinähnliche Körper), — flüchtige Fettsäuren, — Milchsäure, — Bernsteinsäure (Gorup-Besanez).

In den Parotiden und Submaxillardrüsen des Ochsen Leucin, — in den Parotiden und Sublingualdrüsen derselben Thiere xanthinähnliche Körper (Städeler).

In den Lymphdrüsen von Menschen und Thieren Leucin und sehr wenig xanthinähnliche Körper.

In den Hoden des Hundes Krystalle, die möglicherweise Kreatin waren.

In der Hodensubstanz soll sich ferner ein Stoff finden, der rascher wie Caseïn, Fibrin und Leim Mannit und Glycerin in gährungsfähigen Zucker verwandelt (Berthelot).

Ueber den Gehalt verschiedener Drüsen an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen bei verschiedenen Thieren hat Oidtmann zahlreiche Versuche angestellt. Die auf die Leber und Milz des Menschen bezüglichen Resultate haben wir bereits weiter oben mitgetheilt. Die weiteren Resultate stellen wir übersichtlich zusammen.

Wasser- und Aschengehalt mehrerer Drüsen.

Thiere	Organe	In 1000 Theilen		
		Wasser	Organische Stoffe	Anorganische Stoffe
Kaninchen	Leber	560,52	431,35	8,12
	Milz	678,75	316,09	5,16
	Niere	590,11	404,03	5,85
Junger Hund	Leber	792,75	198,29	8,96
	Milz	844,61	149,42	5,97
	Niere	809,50	186,16	4,34
	Nebenniere . . .	800,28	198,82	0,90
	Pancreas	772,10	224,22	3,68
Alter Hund	Leber	632,76	359,85	7,39
	Milz	741,46	242,68	15,86
	Niere	755,04	232,18	12,78
	Pancreas	490,43	498,80	10,77
	Thyreoidea . . .	686,61	302,81	10,58
	Speicheldrüsen .	790,30	204,56	15,14
Stör	Leber	818,16	169,68	12,16
	Milz	829,65	160,17	10,18
Karpfen	Leber	782,88	203,70	13,42
	Milz	828,15	156,04	15,81
	Niere	816,37	170,10	13,53
14 Tage altes Kind . .	Leber	741,40	247,89	10,71
	Milz	776,83	214,08	15,09
	Niere	778,23	214,77	7,00
	Lunge	796,05	198,19	5,76
	Thymus	807,06	192,74	0,20
	Thyreoidea . . .	772,06	223,46	4,48
	Pancreas	759,00	237,30	3,70
Alte Frau	Leber	806,31	186,51	7,18
	Milz	808,66	183,31	0,82
	Niere	810,94	179,16	0,99
	Pancreas	745,33	245,77	9,50
	Thyreoidea . . .	822,44	176,64	0,92
	Inguinaldrüsen .	714,32	284,52	1,16

Aus diesen Zahlen ergiebt sich im Allgemeinen, dass der Aschengehalt der Drüsen durchschnittlich mit dem Lebensalter des Individuums

steigt, während der Wassergehalt im umgekehrten Verhältniss steht zu dem Alter und dem Grade der körperlichen Ausbildung des Organismus.

Untersuchungen der Thymus von Hunden ergaben Friedleben ebenfalls eine stetige Abnahme des Wassergehaltes von der Geburt an.

Literatur.

Literatur zur Chemie der drüsigen Organe. — Leber: v. Bibra Chemische Fragmente über die Leber und die Galle. 1849. — Frerichs: Beiträg zur phys. u. path. Chemie der Galle mit besond. Berücksichtigung der Leberkrank heiten. 1845. — Cl. Bernard: Neue Function der Leber als zuckerbereitendes Orgar deutsch von Schwarzenbach. 1853. — Derselbe: Leçons sur les propriétés de fluides etc. 1859. — Hensen: Virchow's Arch. f. path. Anat. XI, 396. — Stockvis Wiener med. Wochenschr. 1857. 235. — Moos: Verhandl. des naturhist. med Vereins zu Heidelberg. 11. Januar 1858. — Frerichs: Klinik der Leberkrankheiten I. Bd. 285. — Valentiner: Günzburg's Zeitschr. December 1858; Wiener akad Berichte. März 1859. — Virchow: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. zu Würz burg. I, 303. — Schottin: Wunderlich's Arch. f. physiol. Heilkunde. 1858 3tes Heft. — Oidtmann: Die anorganischen Bestandtheile der Leber etc., gekrönt Preisschrift. Linnich 1858. — Neukomm: Ueber das Vorkommen von Leucin etc im menschl. Körper bei Krankheiten. Dissert. Zürich 1859. — Folwarczny Zeitschr. der Wiener Aerzte. 1859. — Scherer: Arch. f. path. Anat. X, 228. — Derselbe: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CVII. S. 314. — Frerichs u. Städe ler: Mittheil. der naturf. Gesellschaft in Zürich. IV. Juli 1855. — Virchow Arch. f. path. Anat. VIII, 355; — Deutsche Klinik. 1856. — Gorup-Besanez Ann. der Chem. u. Pharm. XCVIII. S. 1 u. ff. — Cloëtta: Ann. der Chem. u Pharm. XCIX. S. 289. — Städeler: Ann. der Chem. u. Pharm. CXVI, 10: — Milz: Scherer: Verhandl. der Würzburger physiolog. med. Gesellschaf II, 323. — Gorup-Besanez a. a. O. — Städeler u. Frerichs a. a. O. — Virchow: Arch. f. path. Anat. VI, 135 bis 268, 416. — Bödeker: Zeitschr f. rat. Medicin. VII, 153. — Cloëtta a. a. O. — Städeler a. a. O. — Oidtmann a. a. O. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. CVII. S. 314. — Gray: On th structure and use of the spleen. 1854. — Neukomm a. a. O. — Pancreas Frerichs u. Städeler a. a. O. — Virchow a. a. O. — Gorup-Besane a. a. O. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXII, 257. — Städeler: Ann d. Chem. u. Pharm. CXVI, 102. — Nieren: Frerichs u. Städeler a. a. O. — Cloëtta a. a. O. — O. Beckmann: Arch. f. path. Anat. XI, 127. — Hermann Wiener akad. Berichte. XXXVI, 349. — Neukomm a. a. O. — Frerichs Bright'sche Krankh. Braunschweig S. 42. — Nebennieren: Vulpian: Gaz. méd de Paris 1858. Nr. 24. — Vulpian et Cloëz: Compt. rend. 1857. II, 10. — Virchow: Arch. f. path. Anat. XII, 481. — Harley: British and foreign med chir. review. XLI. January 1858. — Seligsohn: De pigmentis pathologicis a morbo Addisoni adjecta chemia glandular. suprarenalium Dissertatio. Berolini 1858 — Lungen: Frerichs u. Städeler a. a. O. — Oidtmann a. a. O. — Neu komm a. a. O. — Cloëtta a. a. O. — Bödeker: Ann. d. Chem. u. Pharm CXVII, 118. — Thymus: Städeler u. Frerichs a. a. O. — Gorup-Besane a. a. O. — Friedleben: Die Physiologie der Thymusdrüse. Frankfurt a. M. 1858. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. CVII, 314. — Thyreoidea u. Lymphdrüsen Städeler u. Frerichs a. a. O. — Gorup-Besanez a. a. O. — Städeler a. a. O

VIII. Chemie des Eies.

Einem genaueren Studium sind nur die Eier der Vögel, der Fische und einiger Reptilien unterworfen; die nachstehenden Angaben beziehen sich daher, wenn nicht ausdrücklich ein Anderes bemerkt ist, nur auf diese.

Eier der Vögel.

Eier der Vögel.

Das Ei der Vögel als Ganzes, so wie es gelegt ist, betrachtet, besteht aus dem Dotter (Vitellum, Eigelb), dem Weissen des Eies (Albumen) und der Eischale.

Eidotter.

Der Eidotter stellt eine Emulsion dar, in welcher gewisse Bestandtheile wirklich gelöst, andere aber nur suspendirt sind. Im Allgemeinen stellt er ein zähes, dickes, kaum durchscheinendes Liquidum dar, welches eine gelbe bis gelbrothe Färbung, keinen Geruch, einen wenig ausgesprochenen milden Geschmack besitzt, alkalisch reagirt und mit Wasser eine weisse emulsive Flüssigkeit bildet.

Beim Kochen erstarrt der Eidotter zu einer leicht zerreiblichen Masse, und durch Alkohol wird er coagulirt. Mit Aether geschüttelt, giebt er an diesen ein röthliches oder bernsteingelbes Fett ab, während sich eine weisse Masse ausscheidet.

Formelemente desselben.

Die im Dotter suspendirten Formelemente sind ausser dem Keimbläschen: Dotterkügelchen, feine Körnchen und Fetttropfen.

Die Dotterkügelchen sind von einer Hülle umgeben, die einen hauptsächlich aus Fetten bestehenden Inhalt umschliesst.

Die feinen Körnchen der Dotterflüssigkeit sind nach Lehmann alkaliarmes fein suspendirtes Caseïn, und werden von Alkalisalzen leicht aufgelöst.

Chemische Bestandtheile des Eidotters.

Chemische Bestandtheile.

Dieselben sind meistentheils ebenso wenig genau gekannt, wie jene des Gehirns, mit welchen sie mehrfache Aehnlichkeit zeigen. Man hat nachgewiesen:

Wasser, — Vitellin (früher für ein eigenthümliches Albuminat gehalten, von Lehmann aber als ein Gemenge von Albumin und Caseïn erkannt), — Hüllensubstanz der Dotterkügelchen (wahrscheinlich ein Albuminat), — Fette: Palmitin und Olein, — einen viskösen fettähnlichen phosphorhaltigen Körper: Lecithin, — Cholesterin, — Traubenzucker, — Cerebrin, — Glycerin-Phosphorsäure (als Umsatzproduct des Lecithins), — ein gelbes und ein rothes Pigment, von welchen letzteres eisenhaltig und dem Blutfarbstoff analog sein soll, — anorganische Salze, und zwar dieselben wie

jene des Blutes, in ähnlicher Vertheilung wie jene der Blutkörperchen (Kali und Phosphorsäure überwiegend).

Allgemeines chemisches Verhalten des Dotters.

Von diesen Bestandtheilen gehören die Fette vorzugsweise den Dotterkugeln an, und dasselbe gilt von den phosphorhaltigen fettähnlichen Substanzen. Schüttelt man Dotter wiederholt mit Aether, so enthalten die ersten entzogenen Fettantheile wenig oder keine phosphorhaltige Substanz, die späteren Parthieen jedoch viel davon. Behandelt man den Dotter zuerst mit Essigsäure, und dann mit Aether, so werden die Fette viel rascher und viel vollständiger entfernt, wie ohne Einwirkung von Essigsäure; offenbar ist hier der Grund dieser Erscheinung derselbe, wie der analogen bei der Milch, die Essigsäure löst die Hüllen der Dotterkugeln auf, und macht dadurch das darin eingeschlossen gewesene Fett der Einwirkung des Aethers zugänglich. Wenn man den durch Aether entfetteten Dotter mit Wasser behandelt, so geht der grösste Theil der Albuminate in wässerige Lösung über, der in Wasser unlösliche Theil derselben löst sich in Salmiak, mit Ausnahme der Hüllen der Dotterkugeln (Lehmann).

Das Coagulum, welches sich bei der Behandlung des Dotters mit Aether und Wasser unter einer gelben Aetherschicht ansammelt, nach Entfernung des Aethers auf ein Filter gebracht und ausgewaschen, verhält sich wie Caseïn, und enthält neben diesem etwas salzarmes Albumin. Das eigentliche Albumin des Dotters ist in der Flüssigkeit enthalten, welche durch Auswaschen des in reinem Wasser unlöslichen Caseïns erhalten wird; es gerinnt beim Kochen in Flocken, und wird weder durch Essigsäure noch durch Lab coagulirt.

Das Lecithin scheidet sich nach Gobley aus dem ätherischen Auszuge des Eidotters beim Verdunsten als eine visköse Materie aus, die ursprünglich neutral und phosphorhaltig unter sehr verschiedenen Veranlassungen in Oelsäure, Palmitinsäure und Glycerin-Phosphorsäure zerfallen soll. Mit Alkohol und einer Säure versetzt, scheidet sich allmählich Cerebrin aus (Gobley); im Aetherextract ist ferner Cholesterin enthalten, welches aber ähnlich, wie diess beim Gehirn der Fall ist, hartnäckig andere Fette zurückhält, und so lange es noch nicht rein ist, in von dem reinen Cholesterin abweichenden Formen (parallelopipedische Blätter) krystallisirt (Lehmann).

Das rothe und gelbe Pigment des Eidotters lassen sich durch kalten Alkohol ausziehen; das rothe ist eisenhaltig und schwerer in Aether löslich wie das gelbe, welches eisenfrei ist. In vollkommen fettfreiem Zustande scheinen beide in Aether unlöslich zu sein.

Eieröl.

Das Eieröl, so wie es in der Pharmacie früher durch Rösten des Eidotters und Auspressen dargestellt wurde, ist rothgelb, dickflüssig, in der Kälte erstarrend, und wird rasch ranzig. Lecanu fand in demselben Cholesterin, oder wenigstens ein dem Cholesterin sehr ähnliches unverseifbares Fett.

Traubenzucker fand Lehmann constant im Dotter unbebrüteter Hühnereier.

Nach Lehmann's Angabe endlich sind im Dotter auch freie Gase enthalten.

Albumen.

Das Weisse der Vogeleier: Albumen, ist als eine concentrirte Lösung von Natron-Albuminat nebst anhängenden Fetten, Extractivstoffen und Salzen zu betrachten, welche ähnlich wie die Glasflüssigkeit des Auges in feinen texturlosen das Albumen nach allen Richtungen durchziehenden Membranen eingeschlossen ist; diess bedingt die Erscheinung, dass das Albumen nach vorsichtiger Entfernung aus dem Ei noch eine ziemlich cohärente Masse darstellt.

Ausser diesen Membranen kommen dem Albumen eigenthümliche Formelemente nicht zu. Zuweilen beobachtet man bei der mikroskopischen Untersuchung Aggregate höchst feiner Nadeln, die Lehmann für Palmitin hält.

Chemische Bestandtheile.

Die im Weissen des Eies nachgewiesenen chemischen Bestandtheile sind folgende:

Wasser, — Albumin (grösstentheils an Natron gebunden als Natronalbuminat), — geringe Mengen von Fett: Palmitin, Oleïn und Seifen: ölsaures und palmitinsaures Natron, — Traubenzucker, — Extractivstoffe, — anorganische Salze, und zwar dieselben wie jene des Blutes, aber in ähnlicher Vertheilung wie im Blutserum (Chlor- und Natronverbindungen, überhaupt lösliche Salze überwiegend).

Nach Nicklés kommen zu diesen Bestandtheilen auch noch Spuren von Fluor, nach Lehmann: kohlensaure Alkalien und freie Gase.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Wenn man Albumen bis zur Temperatur des gerinnenden Albumins erwärmt, so verwandelt es sich in eine festweiche, weisse, undurchsichtige homogene Masse (Hartkochen der Eier); versetzt man es mit Wasser, so mischen sich die beiden Flüssigkeiten anfänglich nicht, mischt man aber innig durch Umrühren mit einem Glasstabe oder Schütteln, so scheiden sich reichlich Flocken ab, die die Flüssigkeit oft ganz undurchsichtig machen, und sich allmählich als ein leichtes, flockiges, halbdurchsichtiges Sediment absetzen; diese Flocken bestehen aus den in Wasser unlöslichen Membranen des Albumens und aus alkaliarmem Albumin, welches durch die Verdünnung mit Wasser sich bildet, und als darin unlöslich sich abscheidet, während ein alkalireicheres Albumin in Lösung geht. Erst nach Abscheidung dieser Flocken wird die Eiweisslösung filtrirbar. Behandelt man mit Wasser vermischtes und durch die ausgeschiedenen Flocken oft undurchsichtig gewordenes Albumen mit Chlornatrium oder Salmiak, so löst sich ein Theil der Flocken: das alkaliarme Albumin auf, während ein anderer Theil die Membranen: Chalazen u. s. w. enthaltend, ungelöst bleibt. Erhitzt man das alkalisch reagirende Filtrat der Eiweiss-

lösung unter Zusatz von etwas Essigsäure zum Kochen, so scheidet sich das Albumin grobflockig aus; ebenso verhält sich die mit Salmiak versetzte Lösung, indem sich Chlornatrium und Ammoniak-Albuminat bildet, welches letztere beim Kochen das Ammoniak verliert, und dann vollständig gerinnt (Lehmann).

Extrahirt man getrocknetes Albumen mit Aether, so erhält man zuweilen eine licht-himmelblaue Lösung; das nach dem Verdunsten des ätherischen Auszuges zurückbleibende Fett besteht aus Oleïn und Margarin; alkoholhaltiger Aether zieht aus dem Albumen diese beiden Neutralfette, ausserdem aber auch ölsaures und palmitinsaures Natron aus.

Traubenzucker ist ein constanter Bestandtheil auch des Albumens.

Eischale der Vögel und Amphibien.

Die Schale der Eier der Vögel, ebenso auch jene der Amphibieneier, besteht vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk mit geringen Antheilen von kohlensaurer Magnesia, phosphorsaurem Kalk und organischer Materie. Die verschiedene Färbung der Vogeleier scheint wenigstens häufig von verändertem Gallenpigment herzurühren, welches die Eier erst in der Cloake aufnehmen.

Die Bildung der kalkigen Eischale erfolgt bei den Vögeln im Eileiter, dessen unterer Theil eine stark muskulöse Erweiterung darstellt. Die Schleimhaut dieser Erweiterung sondert eine weisse, milchige, kalkreiche Flüssigkeit ab, welche zur Kalkschale wahrscheinlich in der Form mikroskopischer durch ein organisches Bindemittel vereinigter Kalkkrystalle erstarrt. Bei Krappfütterung sollen die Schalen der Hühnereier roth gefärbt sein (Paolini).

Wenn die Eier gewaltsam im Eileiter der Vögel zurückgehalten werden, so vervielfältigt sich die Schalenschicht, und es entstehen die monströsen Eier. Bei mangelndem Kalkgehalt der Nahrung dagegen kommt es gar nicht zur Bildung einer Kalkschale (Windeier).

Eier der Fische und Amphibien.

Dotterplättchen.

Die Eier der Fische und Amphibien bieten manche abweichende Erscheinungen dar. Vor Allem weist in dem Dotter derselben das Mikroskop die sogenannten Dotterplättchen nach, wie Radlkofer gezeigt hat, wahre doppelbrechende Krystalle, aber von verschiedener Gestalt und chemischem Verhalten bei verschiedenen Thierspecies und zu verschiedenen Perioden der Entwickelung.

Wir haben die Formen der Dotterplättchen verschiedener Fische und Amphibien, sowie die Gründe, welche einerseits für ihre Krystallnatur, und anderseits für ihren chemischen Charakter als Albuminat sprechen (Virchow, Radlkofer), bereits S. 151 u. 152 erörtert, und daselbst auch die chemischen Eigenschaften der von Valenciennes und Fremy unter dem Namen Ichthin, Ichthidin, Ichthulin und Emydin beschriebenen Bestandtheile der Dotterplättchen verschiedener Thiere angeführt.

Die Eier verschiedener Knorpelfische (Rochen, Zitterrochen und Hai) führen in dem Albumen kaum Spuren von Albumin; das Gelbe: der Dotter, besteht aus einer albuminösen Flüssigkeit, die Albumin, Ichthin, ein phosphorhaltiges Oel, und anorganische Salze, namentlich Chlorverbindungen und phosphorsaure Salze enthält (Valenciennes u. Fremy).

Die Eier der Knochenfische ändern ihre Zusammensetzung, während sich das Ei im Eileiter befindet. Das noch am Eierstock befestigte Ei enthält kaum Spuren von Albumin, das im Eileiter befindliche ist reich daran. In den Eiern der Karpfen ist neben Fett Ichthidin, und bei den in der Entwickelung begriffenen Eiern des Karpfen und vieler anderer Fische Ichthulin enthalten. Nach Gobley's Untersuchungen dagegen zeigen die Karpfeneier grosse Uebereinstimmung mit dem Eigelb der Hühnereier, und fand er darin dieselben Bestandtheile wie in letzteren; das Vitellin der Karpfeneier bezeichnet er als Paravitellin. Bei dem Kochen der Karpfeneier mit Wasser erhält man eine saure Flüssigkeit, die auf Zusatz von Weingeist noch saurer wird.

Die Eier der Schildkröten zeigen nach Valenciennes und Fremy grosse Aehnlichkeit mit denen der Knorpelfische. Sie haben wenig Albumen, mit einem sehr geringen Gehalt an Albumin, in dem Dotter dagegen viel Albumin, ein phosphorhaltiges Oel, und Emydin. Den Dotter der Eidechseneier fanden sie sehr ähnlich dem der Vogeleier.

Eigenthümliches Pigment der Eier der Krebse und Hummern.

Die Eier der Krebse und Hummern enthalten bereits den in den Schalen dieser Thiere vorkommenden Farbstoff, welcher die Ursache der rothen Färbung beim Sieden derselben ist. Aus den frischen Eiern des Hummers, die beim Erhitzen eine schön rothe Färbung annehmen, gewannen Valenciennes und Fremy einen unkrystallisirbaren, in Wasser unlöslichen Farbstoff, der beim Trocknen, bei der Behandlung mit Alkohol und wasserentziehenden Salzen, selbst schon beim Reiben roth wird. In den Eiern selbst scheint er im Albumin gelöst zu sein, und schlägt sich beim Verdünnen der zerdrückten Eier mit Wasser als eine grüne harzartige Masse nieder.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Analysen des Eigelbs der Hühner- und Karpfeneier wurden von Gobley ausgeführt; Analysen des Albumens vom Hühnerei von Lehmann, Analysen endlich der Asche von Albumen und Dotter des Hühnereies von Poleck u. Weber. Wir stellen die Resultate dieser Analysen tabellarisch zusammen.

Analysen des Eidotters.

In 1000 Theilen	Eidotter. Hühnerei	Gobley Karpfenei
Wasser	514,86	640,80
Feste Stoffe	485,14	359,20
Vitellin	157,60	—
Paravitellin	—	140,60
Palmitin und Oleïn	213,04	25,74
Cholesterin	4,38	2,66
Phosphorhaltige Fette	84,26	—
Lecithin	—	30,45
Cerebrin	3,00	2,05
Membransubstanz	—	145,30
Extractivstoffe	4,00	3,89
Pigmente	5,53	0,33
Chlorammonium	0,34	0,42
Chlornatrium und Chlorkalium	2,77 (zusammen mit der folgenden Zeile)	4,47
Schwefelsaures und phosphorsaures Kali		0,37
Phosphorsaure Erden	10,22	2,92

Analysen des Albumens.

In 1000 Theilen	Albumen. Lehmann	Bostock I.	Bostock II.	J. Davy
Wasser	866,84	850,01	800,00	871,00
Feste Stoffe	133,16	149,99	200,00	129,00
Albumin	122,74	120,00	115,00	—
Extractivstoffe	3,82	27,00 (zusammen mit der folgenden Zeile)	45,00	—
Fett	—			
Anorganische Salze	6,60	3,00	—	—

Im getrockneten Hühneralbumen fand Lehmann im Mittel mehrer[er] Bestimmungen 0,5 Proc. gährungsfähigen Zucker. G. Meissner d[a]gegen fand 8 Proc. Zucker.

Das Verhältniss des Eidotters zum Albumen fand Lehmann 40,3 [:] 59,7, Prout 32,3 : 67,7, und Poleck 37,3 : 62,7 Proc.

Die Asche des Eidotters und Albumens wurde von Poleck u[nd] Weber wie folgt zusammengesetzt gefunden:

Aschenanalysen des Albumens und Eidotters.

In 100 Theilen Asche	Albumen.			Eidotter.		
	Poleck		Weber	Poleck		Weber
	I.	II.		I.	II.	
Chlorkalium	41,29	42,17	—	—	—	—
Chlornatrium	9,16	14,07	39,30	—	—	9,12
Natron	23,04	16,09	12,09	5,12	6,57	1,08
Kali.	2,36	1,15	27,66	8,93	8,05	10,90
Kalk	1,74	2,79	2,90	12,21	13,28	13,62
Bittererde	1,60	3,17	2,70	2,07	2,11	2,20
Eisenoxyd	0,44	0,55	0,54	1,45	1,19	2,30
Freie Phosphorsäure. . .	—	—	—	5,72	—	—
Phosphorsäure	4,83	3,79	3,16	63,81	66,70	60,16
Kohlensäure	11,60	11,52	9,67	—	—	—
Schwefelsäure	2,63	1,32	1,70	—	—	—
Kieselsäure	0,49	2,04	0,28	0,55	1,40	0,62

Die im stumpfen Ende des Hühnereies enthaltene Luft enthält nach Beobachtungen von **Bischoff** im Mittel 23,475 Volumprocente Sauerstoff.

Quantitative Analysen der Eierschalen ergaben nachstehende Zahlen:

Analyse der Eischalen.

In 100 Theilen	Eischale				
	des Vogeleies			Emys.	Alligator sclerops
	Huhn.		Strauss.		
	Prout	Vauquelin	Wicke	L. Gmelin	Brummerstädt
Kohlensaurer Kalk	97	89,6	97,41	55,4	91,10
Kohlensaure Magnesia. .	—	—	—	—	2,33
Phosphorsaurer Kalk . .	1 (beide zusammen)	8,7	—	7,3	0,54 (beide zusammen)
Phosphorsaure Magnesia			—	—	
Organische Materie . . .	2	4,7	3,38	37,3	5,09
Wasser	—	—	—	—	1,36

Die Eier enthalten alle Bestandtheile zur Gewebs- und Zellenbildung.

So unvollkommen auch unsere Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung der Eier, und so wenig exact die Methoden sind, deren man sich zur quantitativen Scheidung der organischen Bestandtheile derselben bedient hat, und so grosse Differenzen endlich die nach verschiedenen Methoden ausgeführten Analysen ergeben haben, so gehen doch aus allen diesen Bestimmungen einige wichtige Thatsachen hervor. Es

ergiebt sich daraus eine unleugbare Verwandtschaft der chemischen Constitution der Eier und des Gehirns und der Nervensubstanz. So wie in letzteren Geweben kommen im Eidotter phosphorhaltige Fette, Cholesterin und den Gehirnbestandtheilen, namentlich dem Cerebrin, mindestens ähnliche Bestandtheile vor; so wie die Gehirnasche, enthält, worauf wir bereits S. 675 hingewiesen haben, auch die Asche des Eidotters überwiegend phosphorsaure Salze und mehr Kali wie Natron, sie enthält endlich auch freie Phosphorsäure aus den phosphorhaltigen Fetten stammend; die Asche des Eidotters nähert sich ferner in ihrer quantitativen Zusammensetzung ebenso sehr der Asche der Blutzellen, wie sich jene des Albumens der des Blutserums anschliesst.

Eine weitere Betrachtung der chemischen Zusammensetzung der Eier ergiebt endlich, dass die Eier alle zur Entwickelung der Gewebe des werdenden Thieres nöthigen Stoffe bereits vorgebildet enthalten. Sie führen Albuminate in reichlicher Menge, phosphorsaure Alkalien, Chloralkalien und nicht unbedeutende Mengen von Eisen zur Entwickelung des Blutes, phosphorhaltige Fette und die anorganischen Stoffe zur Entwickelung des Nervensystems, sie sind reich an phosphorsauren Erden, die das Material für die Knochenbildung liefern, sie enthalten endlich Fette, Cholesterin und Zucker, es finden sich mit einem Worte alle jene Stoffe, auch die Kieselerde der Vogelfedern und das Fluor der Knochen, in ihnen repräsentirt, welche zur Entwickelung der Gewebe nöthig erscheinen, namentlich aber scheint dem Ei keiner jener Stoffe zu fehlen, durch welche die Mischung der Nerven und des Gehirns sich auszeichnet, und es ist daher erklärlich, dass das Nervensystem zu den ersten Bildungen gehören kann, die sich aus dem Dotter entwickeln.

Chemische Veränderungen der Eier während ihrer Entwickelung.

Ueber die chemischen Veränderungen, welche die Eier bei ihrer allmählichen Entwickelung erleiden, sind mehrfache Versuche angestellt (Prévost u. Dumas, Prout, Burdach, Baudrimont u. St. Ange, Spallanzani, Prévost u. Morin). Demungeachtet kann man nicht sagen, dass dadurch alle Verhältnisse befriedigend aufgeklärt wären, es bestehen vielmehr noch zahlreiche Lücken und selbst einige Widersprüche.

Gewichtsabnahme des Eies beim Bebrüten.

Eine von allen Beobachtern bestätigte Erscheinung ist die Gewichtsabnahme, welche das Ei bei der Bebrütung erleidet; allein während Prout gefunden haben will, dass die Gewichtsabnahme 8 mal so viel betrage, als in gleichen Zeiten bei unbebrüteten Eiern, beobachteten Prévost u. Dumas bei bebrüteten und unbebrüteten Eiern innerhalb gleicher Zeiten einen nahezu gleichen Gewichtsverlust, und sind die letzteren daher geneigt, die Gewichtsabnahme auch der bebrüteten Eier auf Rechnung einer blossen Verdunstung zu setzen. Dagegen haben Baudrimont u. St. Ange gefunden, dass die in der Luft auskommenden Eier Sauerstoff absorbiren, und zugleich Wasser, Kohlensäure, Stickstoff und eine nicht näher untersuchte Schwefelverbindung entwickeln, den Gewichtsverlust der Eier fanden sie aber geringer, als das Gewicht des von ihnen

entwickelten Wassers, der Kohlensäure, und des Stickstoffs, ja selbst geringer als das Gewicht des Wassers, des Stickstoffs, und des Kohlenstoffs in der Kohlensäure, so dass man annehmen kann, der Sauerstoff der letzteren werde aus der Luft entnommen, und ausserdem noch Sauerstoff absorbirt. Das Volumen des absorbirten Sauerstoffs ist nahezu ebenso gross, als jenes zur Bildung der Kohlensäure verwendeten, das des entwickelten Stickstoffs etwa halb so gross, als jenes der entwickelten Kohlensäure.

Respiration der Eier.

Die nachstehende Tabelle enthält die Resultate zweier mit bebrüteten Eiern angestellter Versuche:

1000 Grammes Eier	vom 9ten bis 12ten Tage des Bebrütens Grammes	vom 16ten bis 19ten Tage des Bebrütens Grammes
verloren an Gewicht	26,26	41,72
absorbirten Sauerstoff	5,74	10,70
exhalirten Kohlensäure	4,33	11,92
exhalirten Wasser	2,88	3,66
Proportion zwischen dem absorbirten Sauerstoff und dem Sauerstoff der Kohlensäure	100 : 54,9	100 : 81,0

Auch die unbebrüteten Eier geben fortwährend Kohlensäure und Wasser aus, und absorbiren Sauerstoff, dieser Gaswechsel ist aber während der Bebrütung lebhafter; dass dabei Wärmeentwickelung stattfindet, hat Valenciennes nachgewiesen.

Chemische Veränderungen der Eier während des Bebrütens. Versuche von Prout.

Nach Prout bestehen 100 Thle. frischen Hühnereies aus 106,9 Schale und Eihaut, aus 604,2 Albumen und aus 288,9 Dotter — Am 8. Tage des Bebrütens hat das Ei um 5 Proc. an Gewicht verloren; das im oberen breiten Ende des Eies befindliche Albumen verändert sich, indem es beim Kochen das Ansehen geronnener Milch annimmt; das Coagulum ist gelblich und enthält ein gelbes Oel, während der unversehrte Dotter an Oel verloren hat. Zu Ende der zweiten Woche hat das Ei um 13 Proc. an Gewicht abgenommen; der Embryo hat an Grösse bedeutend zugenommen und das Albumen ebenso viel verloren. Der Dotter hat an phosphorhaltigen Bestandtheilen abgenommen. Zu Ende der Bebrütung, nach Verlauf der dritten Woche, hat das Ei 16 Proc. an Gewicht verloren. Der Rückstand von Albumen, Membranen u. dgl. beträgt 29,5, der Embryo 555,1, der Dotter 167,7, die Schale (und Verlust!) 247,7. Das Albumen ist auf wenig trockene Membranen und einen erdigen Rückstand eingeschrumpft, das Gelbe ist bedeutend vermindert, und in die Bauchhöhle des Embryo aufgenommen; die Chlor-

verbindungen und die Alkalien haben während der ganzen Bebrütung an Menge abgenommen, während die Erdsalze bedeutend zugenommen haben, wie diess aus nachstehender Tabelle hervorgehen würde, welche das Resultat der Aschenanalyse zweier völlig ausgebrüteter Eier, das Gewicht derselben zu 1000 angenommen, enthält. Doch müssen wir von vornherein bemerken, dass diese Analysen, die Richtigkeit der Ausführung und der Methode vorausgesetzt, worüber aber keine Sicherheit gegeben ist, doch immerhin endgültige Schlüsse, wie sie Prout zieht, insofern kaum begründen können, als er die so erhaltenen Zahlen mit denen vergleicht, die er bei der Analyse zweier frischer unbebrüteter, aber anderer Eier erhalten hatte; es liegt auf der Hand, dass dadurch einer bindenden Schlussfolgerung thatsächlich der Boden entzogen wird.

Prout fand:

In 1000 Theilen	I.					II.				
	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Chlor	Kali u. Natron	Kalk- und Bittererde	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Chlor	Kali u. Natron	Kalk- und Bittererde
Rückstand vom Albumen u. Häuten .	0,04	0,12	0,09	0,23	0,12	0,03	0,13	0,09	0,25	0,12
Thier	0,44	3,02	0,55	2,26	2,58	0,21	2,71	0,68	2,12	2,60
Dotter	0,04	1,06	0,03	0,06	1,26	0,02	1,23	0,06	0,03	1,10
Summa . . .	0,52	4,20	0,67	2,55	3,96	0,26	4,07	0,83	2,40	3,82
Summa derselben in 2 frischen Eiern .	0,50	4,01	1,33	3,42	0,98	0,37	4,48	1,32	3,23	0,99

Prout schliesst aus diesen Versuchen, dass der Phosphor des Dotters als Phosphorsäure in der Periode der Ossification zur Knochenbildung verwendet wird, indem er sich mit einer gewissen Menge von Erden vereinigt; da aber während der Bebrütung der Gehalt an Erden nach obigen Versuchen wirklich zunimmt, so kann man nur annehmen, dass das Plus von Erden von der Eischale stamme. Wenn man das aber auch gelten lassen wollte, so fragt es sich, wohin kommen die Chloralkalien? — Es wäre sehr wünschenswerth, wenn diese Versuche nach einem umsichtigen Plane und mit Berücksichtigung der Eischale wiederholt würden.

Abnahme des Fettgehalts.

Baudrimont u. Martin St. Ange sowie Prévost u. Morin geben übereinstimmend an, dass sich der Fettgehalt der Eier während der Bebrütung vermindere.

Wir stellen die von Prévost u. Morin erhaltenen Resultate tabellarisch zusammen:

1000 Theile Ei	Unbebrütetes Ei	Nach 8 Tagen Bebrütung	Nach 14 Tagen Bebrütung	Nach 3 Wochen Bebrütung
Wasser	725,5	767,4	744,3	788,8
Fett	107,2	93,2	94,6	56,8
Fettfreie Substanz . .	165,3	139,4	160,9	154,4

Das Gewicht der Eischale blieb fast constant.

Das Verhältniss an fettfreier organischer Substanz, Asche, unlöslichen Phosphaten und löslichen Salzen im bebrüteten und unbebrüteten Hühnerei fanden Prévost u. Morin wie folgt:

In 1000 Theilen Ei	Unbebrütete Eier			Bebrütete Eier				
	Albumen	Dotter	Zusammen	Dotter	Dotterhaut	Putamen, Chorion u. Amnios	Fötus	Zusammen
Fettfreie Substanz . .	150,90	151,66	301,56	55,10	48,0	4,20	168,7	273,00
Asche	8,50	9,00	17,4	1,50	2,05	0,40	18,25	22,20
Unlösliche Phosphate	1,30	9,00	10,3	1,45	2,05	0,15	10,59	14,60
Lösliche Salze	6,80	—	6,8	0,05	—	0,25	7,30	7,60

Burdach versuchte auf experimentellem Wege die Frage zu beantworten, ob der Fettgehalt der Eier während der Entwickelung auf Kosten des Proteïns (der Albuminate) zunimmt oder nicht; er ging also von einer Voraussetzung aus, die den Beobachtungen von Prévost u. Morin zufolge überhaupt nicht gegeben ist, von der Voraussetzung, dass der Fettgehalt der Eier während der Entwickelung zunehme, während Prévost u. Morin allerdings nur beim Hühnerei eine Abnahme des Fettes beobachteten. Burdach aber benutzte zu seinen Versuchen die Eier einer Helixart: Limnaeus stagnalis, und zwar solche, bei denen der Furchungsprocess begonnen hatte, und solche, bei denen das Thier fast entwickelt war. Alkohol- und Aetherextract, nachdem ersteres durch Wasser von Extractivstoffen und Salzen befreit war, wurden collectiv als Fett berechnet, und aus dem extrahirten Rückstande wurden die anorganischen Bestandtheile bestimmt. Die erhaltenen Resultate waren folgende:

Versuche von Burdach.

1000 Theile getrockneter Eier	Gefurchte Eier		Entwickelte Eier	
	I.	II.	I.	II.
Fett	6,85	6,42	21,81	15,53
Salze.	40,50	35,50	60,00	66,20
Albuminate	952,65	958,08	918,19	918,27

Der von Burdach aus seinen Versuchen gezogene Schluss, das die Fettzunahme der entwickelten Eier von Limnaeus stagnalis auf Koste der Albuminate erfolgt, und dass letztere demnach in Fett übergehen, ode solche bei gewissen Umsetzungen liefern können, scheint durch dieselbe doch wohl nicht hinreichend begründet, da einerseits die Zahl der Ver suche eine zu geringe, und anderseits die Berechnung der Fette auc keine ganz richtige ist, da das Alkoholextract sicherlich auch Stoffe ent hält, welche nicht zu den eigentlichen Fetten gehören.

Literatur zur Chemie des Eies. Lehmann: Lehrb. der phys. Chemi 2te Aufl. Bd. II. S. 305. — Derselbe: Zoochemie. S. 279, 546, 658, 693, 69 — Prout: Phil. Trans. 1822. S. 377. Schweigger's Journ. LXVIII, 60. – Gobley: Compt. rend. XXI, 766. Journ. de phys. et de chim. 3. Sér. XI, 40 XII, 513. — Journ. de chim. méd. VI, 67. — Valenciennes et Fremy: Journ. d chim. et de pharm. 3. Sér. 1854. XXVI. — Radlkofer: Ueber Krystalle protei artiger Körper. Leipzig 1859. — Baudrimont et Martin St. Ange: Annal. d chim. et de phys. 3. Sér. XXI, 195. — Prévost et Dumas: Annal. des scienc naturelles. IV, 47. — F. W. Burdach: De commutat. subst. prot. in adipem. Disser Regiomontii Prussor. 1853.

Vierter Abschnitt.

Affinitätswirkungen als Factor thierischer Functionen.

Von Affinitätswirkungen als Ursache oder Folge thierischer Functionen und Lebensvorgänge ist zwar bereits im Verlaufe des ganzen Buches die Rede gewesen, allein es mussten der Natur der Sache gemäss in den vorhergehenden Abschnitten die betreffenden Thatsachen bei den einzelnen chemischen Verbindungen und thierischen Flüssigkeiten und Geweben erörtert werden, so dass hier mit Bezugnahme auf thierische Functionen Zusammengehöriges getrennt behandelt werden musste.

In dem folgenden Abschnitte wollen wir aber vom physiologischen Standpunkte: dem der Function ausgehend, das bisher Getrennte, insofern es als chemischer Factor der so verwickelten Lebensvorgänge erscheint, zusammenfassen und ein allgemeines Bild des Chemismus derselben zu entwerfen versuchen, wobei wir uns aber um so mehr auf die Grundlinien beschränken dürfen, als wir uns dabei vielfach auf bereits früher Erörtertes beziehen können.

Jede thierische Function ist das Product einer Reihe von Einzelwirkungen als Factoren, die sehr verschieden geartet, und nur in selteneren Fällen genau gekannt sind. Bei einigen dieser Functionen aber treten Affinitätswirkungen mehr in den Vordergrund, und nur von diesen soll hier die Rede sein.

Diese Functionen sind:

Respiration und thierische Wärme, Verdauung und Ernährung.

Respiration.

Allgemeine Bemerkungen.

Zwischen den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft, und den im lebenden Organismus enthaltenen und theilweise dort erst erzeugten Luftarten findet eine beständige Wechselwirkung statt, die ganz allgemein ausgedrückt in einem Austausch derselben besteht.

Aeussere u. innere Respiration.

Aber auch die in den verschiedenen thierischen Flüssigkeiten und Geweben stets enthaltenen Gasgemenge tauschen ihre Bestandtheile fortwährend aus, und demgemäss unterscheiden die Physiologen eine äussere Respiration: den Gaswechsel zwischen der atmosphärischen Luft und den Gasen des Blutes und Thierkörpers überhaupt, — und eine innere: den Gaswechsel zwischen den Gasgemengen der einzelnen thierischen Flüssigkeiten unter sich.

Beide Vorgänge sind bis zu einem gewissen Grade von einander abhängig, sind einander mehr oder weniger proportional, und haben zwei in ihrer Richtung einander entgegengesetzte Gasströmungen in ihrem Gefolge, von welchen die eine aus der atmosphärischen Luft in die Gewebe geht, während die andere von den letzteren nach der atmosphärischen Luft gerichtet ist.

Diese Gasströme sind bedingt zum Theil durch rein physikalische Gesetze der Diffusion, zum anderen Theile aber durch Affinitätswirkungen.

Lungen- und Hautathmung.

Die äussere Respiration erfolgt theils durch die Athmungswerkzeuge im engeren Sinne, bei den in der Luft lebenden Thieren durch die Lungen: Lungenathmung, — theils durch die Haut: Hautathmung. — Der Gesammtgaswechsel endlich erfolgt durch Lungen, Haut, und insofern es sich um die Ausscheidung von Gasen handelt, auch durch den Darm. Am genauesten studirt ist die Lungenathmung, wir werden daher auch diese den nachfolgenden Betrachtungen zunächst zu Grunde legen.

A. Lungenathmung.

Lungenathmung.

Vergleichen wir, um über die Natur derselben ins Klare zu kommen, die Zusammensetzung des Gasgemenges, welches wir atmosphärische Luft nennen, und dessen Strömung nach den Geweben gerichtet ist, mit der Zusammensetzung der Gase, deren Richtung die entgegengesetzte ist, zunächst der Ausathmungsluft und der Blutgase, so finden wir, dass die Bestandtheile dieser drei Gasgemenge qualitativ nahezu dieselben sind.

Die Bestandtheile der atmosphärischen Luft sind Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Wasserdampf und minimale Mengen von Ammoniak.

Die Bestandtheile der Ausathmungsluft sind Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Wasserdampf, minimale Quantitäten von Ammoniak, und unter Umständen von Wasserstoff und Kohlenwasserstoffen.

Die Bestandtheile der Blutgase sind Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf.

Zusammensetzung der atmosphärischen, der Ausathmungs- und der Blutluft.

Die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft finden sich demnach in der Ausathmungsluft und den Blutgasen wieder, aber in einem sehr wesentlich geänderten Verhältnisse, wie diess nachstehende Tabelle anschaulich macht, in welcher von dem sehr variablen und vielfach von äusseren Bedingungen abhängigen Wassergehalte abgesehen, und nur auf Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure Rücksicht genommen ist.

In 100 Volumtheilen	I. Atmosphärische Luft	II. Ausathmungsluft (Brunner und Valentin)	III. Blutgase (L. Meyer und Setschenow)
Sauerstoff	20,81	16,033	28,20
Stickstoff	79,15	79,557	7,10
Kohlensäure	0,04	4,380	64,70

II. ist das Mittel aus mehreren Analysen der Ausathmungsluft erwachsener Menschen, — III. das Mittel aus sieben Beobachtungen von L. Meyer und Setschenow.

Schlussfolgerungen daraus.

Die ausgeathmete Luft enthält demnach etwa um $^1/_5$ weniger Sauerstoff wie die eingeathmete atmosphärische Luft, ihr Kohlensäuregehalt aber ist über 100 mal grösser. Der Sauerstoffgehalt der Blutgase ist durchschnittlich grösser wie der der ausgeathmeten und selbst der der atmosphärischen Luft, sie enthalten aber wenig Stickstoff, und nahezu $^3/_5$ ihres Volumens an Kohlensäure. Doch ist mit Bezug auf die Zusammensetzung der Blutgase zu bemerken, dass nach den vorhandenen Beobachtungen ihr Sauerstoffgehalt eine ziemlich veränderliche Grösse darstellt, und die oben gegebene Zahl ein Mittel aus unter einander sehr differirenden Grössen ist, indem das beobachtete Minimum 11,2 und das Maximum 37,4 Volumprocente betrug.

Aus den obigen Zahlen ergiebt sich ferner, dass die Bewegung des Sauerstoffs von der Luft zum Blute, jene der Kohlensäure aber von letzterem zur Luft gerichtet sein muss; sie zeigt ferner, dass die Kohlensäure der Ausathmungsluft vom Blute und den Geweben stammt. Ueber die Richtung des Stickstoffs geben die obigen Zahlen keinen Aufschluss, und es kann derselbe je nach Umständen in entgegengesetzten Richtungen gehen.

In dem Verschwinden eines Theiles des eingeathmeten Sauerstoffs, und in dem damit in einer bestimmten Beziehung stehenden Auftreten der Kohlensäure in der Ausathmungsluft ist in der That das Wesen des Athmungsprocesses vom chemischen Standpunkte aus nahezu erschöpft. Alle übrigen bei der Respiration sich darbietenden nicht mechanischen Erscheinungen sind entweder nur Folge der Bedingungen, unter welchen der obige Gasaustausch erfolgt, oder sie führen auf mehr oder weniger rein physikalische Verhältnisse zurück. Diess gilt namentlich von der Temperatur und dem Wassergehalte der Ausathmungsluft.

Temperatur der Ausathmungsluft.

Die Temperatur der Ausathmungsluft ist unter gewöhnlichen Bedingungen stets höher wie die der eingeathmeten Luft. Letztere hat in der Regel eine weit niedrigere Temperatur als die Lungenwand, sie muss daher ihre Temperatur mit der letzteren ausgleichen, sie wird daher gewöhnlich erwärmter; athmen wir eine Luft ein, welche höher als unser Körper temperirt ist, so giebt dieselbe umgekehrt Wärme an die Lungenwand ab.

Nach den Bestimmungen von Brunner und Valentin beträgt die Temperatur der Ausathmungsluft

bei + 15—20° C.	Luftwärme . . .	37,3° C.
bei — 6,3° C.	„ „	29,8 „
bei + 41,9° C.	„ „	38,1 „

als Mittel mehrerer Beobachtungen. Starke äussere Kälte setzt daher die Temperatur der Ausathmungsluft beträchtlicher herab, als hohe Wärme sie erhöht.

Wassergehalt derselben.

Der Wassergehalt der Ausathmungsluft ist bedeutender, wie der der eingeathmeten Luft. Die Luft, welche eingeathmet wird, meist niederer temperirt und somit trockner, sättigt sich in den Lungen mit Wasserdämpfen in einem ihrer Temperatur entsprechenden Grade. Durch die Lungen wird sonach dem Blute fortwährend Wasser entzogen. Ob die Ausathmungsluft stets für ihre Temperatur mit Wasserdampf vollkommen gesättigt ist, ist unentschieden. Von Valentin wird es behauptet, von Anderen (Vierordt, Moleschott) in Abrede gestellt.

Volumen derselben im feuchten und trockenen Zustande.

Eine Folge der höheren Temperatur und der Wasserdampftension der ausgeathmeten Luft ist es, dass ihr Volumen bedeutender ist, wie das der betreffenden Inspiration. Berechnen wir aber die Volumina auf gleiche Temperaturen, und auf trocknen Zustand, so ergiebt sich, dass ein geringeres Volumen Luft exspirirt, als inspirirt wird. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in dem weiter unten zu erörternden Umstande, dass etwas mehr Sauerstoff von dem Blute in den Lungen aufgenommen, als Kohlensäure abgegeben wird. Aus verschiedenen Messungen geht hervor, dass die Volumensabnahme ungefähr $^1/_{40}$ bis $^1/_{50}$ im Mittel beträgt.

Die nun zunächst zu erörternden Fragen sind folgende: Wohin kommt

der im Athmungsprocess verschwindende Sauerstoff, und wodurch wird zunächst seine Absorption vermittelt, woher stammt die in der Ausathmungsluft austretende Kohlensäure, von welchen Gesetzen ist der Gaswechsel zwischen Sauerstoff und Kohlensäure abhängig, und wie verhält sich der Stickstoff im Respirationsprocesse.

Gesetze des Gaswechsels in den Lungen.

Fassen wir zunächst die den Sauerstoff betreffenden Fragen ins Auge, so verweisen wir bezüglich der nähern Begründung des Satzes: dass der Sauerstoff der eingeathmeten Luft aus den Lungen in das Blut übertritt, auf die bereits S. 60 u. ff. gegebenen Erörterungen. Dort ist nicht nur allein nachgewiesen, dass der eingeathmete Sauerstoff von dem Blute absorbirt wird, sondern auch der Beweis geführt, dass diese Absorption bis zu einem gewissen Grade von Druckverhältnissen unabhängig, in Folge einer chemischen Anziehung vor sich geht, welche auf den Sauerstoff zunächst von den Blutkörperchen ausgeübt wird. Es ist aber schon an und für sich klar, dass der in das Blut aufgenommene Sauerstoff dort nicht verbleiben kann, sondern als solcher daraus verschwinden muss, denn da das Leben einen Gaswechsel von und zum Blute, eine Sauerstoffgasströmung zum Blute, und eine Kohlensäuregasströmung zur Luft voraussetzt, so müsste, wenn der Sauerstoff aus dem Blute nicht in irgend einer Weise wieder verschwände, das Blut allmählich mit Sauerstoff übersättigt, und frei von Kohlensäure werden, womit aller Gaswechsel natürlich aufhörte. Dasselbe würde natürlich eintreten, wenn die ausgeschiedene Kohlensäure nicht immer wieder durch neugebildete ersetzt würde. Beides aber ist der Fall, nicht nur allein verschwindet der eingeathmete Sauerstoff fortwährend aus dem Blute, sondern es wird auch ebenso constant Kohlensäure erzeugt, und beide Vorgänge stehen in sehr naher Beziehung zu einander, sie bedingen sich gegenseitig, sie sind Folge der sogenannten thierischen Verbrennung.

Absorptionsverhältnisse des Sauerstoffs.

Seine Absorption erfolgt durch eine chemische Anziehung, die von den Blutkörperchen ausgeübt wird.

Wenn man bedenkt, dass der Gesammtcharakter des Stoffwechsels im Thierkörper der einer grossartigen Oxydation ist, wofür wir an verschiedenen Stellen dieses Werkes, zunächst S. 43 u. 50 die Belege beigebracht haben, so kann man keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, warum der Sauerstoff aus dem Blute verschwindet, und was mit ihm geschieht; er wird dazu verwendet, die der regressiven Stoffmetamorphose anheim fallenden Bestandtheile des Thierkörpers zwar wohl in den seltensten Fällen sofort, aber immer endgültig in die einfachsten Verbindungen überzuführen, ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser zu verwandeln und dadurch ihren Stickstoff als Harnstoff, Harnsäure u. s. w. oder als freien Stickstoff abzuspalten. Es verschwindet demnach der Sauerstoff aus dem Blute in dem Maasse, als er zur Oxydation der organischen Atome des Thierkörpers verwendet wird.

Grund seines Verschwindens aus dem Blute.

Mit diesen Erörterungen aber erledigt sich auch ohne Weiteres die Frage, woher die in der Ausathmungsluft auftretende Kohlensäure stammt. Sie ist eines der Producte der Oxydation, sie stammt aus dem Kohlen-

Ursprung der Kohlensäure der Ausathmungsluft.

stoff der Gewebe und Körperbestandtheile organischer Natur überhaupt, sie gelangt aber in die Ausathmungsluft aus dem Blute, in welchem sie neben Sauerstoff und Stickstoff vorkommt, und zwar gewöhnlich in einem, das der beiden anderen Gase weit überwiegenden Verhältnisse. Diese Wechselbeziehung zwischen verschwindendem Sauerstoff und austretender Kohlensäure hat man früher vielfach zu eng aufgefasst, indem man sich dieselbe so dachte, als oxydirte der Sauerstoff im Blute sofort den Kohlenstoff der Blutbestandtheile zu Kohlensäure; man dachte sich demnach als alleinigen Oxydationsheerd das Blut, und die Oxydation so, wie etwa dieselbe bei der wirklichen Verbrennung organischer Körper vor sich geht. Beides ist sicher nicht der Fall.

Wo die Kohlensäure gebildet wird.

Es bedarf nur einfach der Ueberlegung, dass überall wo Leben ist auch Stoffwechsel stattfindet, und dass durch die Capillaren der Sauerstoff mit dem Blute in alle Theile des Körpers gelangt, um die Frage nach dem Ort der Verbrennung als eine unphysiologische und müssige zu erkennen; es sprechen überdiess mehrfache Erscheinungen gegen die Annahme, dass das Blut selbst auch nur der Hauptheerd der Oxydation ist, wenngleich ein Theil des in das Blut übertretenden Sauerstoffs bereits dort dazu verwendet werden mag; ein grosser Theil der ausgeathmeten Kohlensäure wird aber sehr wahrscheinlich bereits in den Geweben erzeugt, und tritt aus diesen unter gewissen Bedingungen in das Blut über, um von diesem unter ähnlichen Bedingungen an die Lungenluft abgegeben zu werden. Wir führen hier einige Thatsachen an, die dafür sprechen, dass Oxydation und Kohlensäurebildung in den Geweben selbst stattfinden kann. Man weiss, dass mit Sauerstoffgas gesättigtes Blut viel länger hellroth (d. h. sauerstoffreich), bleibt, wenn es für sich bei der Temperatur des thierischen Körpers aufbewahrt wird, als wenn es durch die Capillaren des lebenden Thieres läuft. Also begünstigt die Berührung des Blutes mit den Wandungen der Capillaren, beziehungsweise mit den sie umgebenden Flüssigkeiten und Geweben die Verwendung des Sauerstoffs, sein Verschwinden aus dem Blute. Ausgeschnittene blutfreie, noch reizbare Muskeln fahren fort, Kohlensäure zu bilden, wenn sie in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre aufgehängt sind; wir können daraus jedenfalls so viel schliessen, dass auch ohne Zuthun des Blutes eine Wechselwirkung zwischen Sauerstoff und den Bestandtheilen der Gewebe stattfindet, und Kohlensäure auch ausserhalb des Blutes erzeugt werden kann. Thiere lassen noch Athembewegungen und Herzschläge erkennen, wenn ihr Blut vollkommen frei von verdunstbarem Sauerstoff ist (Setschenow). Da Muskeln und Nerven nur so lange reizbar sein sollen, als sie freien Sauerstoff enthalten, so müsste demnach eine Oxydation auch durch in den Geweben selbst schon befindlichen Sauerstoff erfolgen können. Durch welche Momente der Uebertritt der in den Geweben gebildeten Kohlensäure in das Blut erfolgt, werden wir später erörtern, und es mag vorläufig nur so viel bemerkt werden, dass die Bedingungen dieses Ueber-

tritts dieselben sind, wie jene des Uebertritts der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenluft.

Der eingeathmete Sauerstoff wird nicht sofort in Kohlensäure verwandelt.

Dass die organischen Atome wenigstens in der Regel nicht sofort zu Kohlensäure verbrannt werden, ergiebt sich einfach daraus, weil wir in diesem Falle im Thierkörper nicht Producten der regressiven Stoffmetamorphose begegnen würden, die ihrer chemischen Natur nach als intermediäre Oxydationsproducte aufgefasst werden müssen. Ueberdiess sind die auch ausserhalb des Organismus erfolgenden und zwar unter der Einwirkung sehr energischer Oxydationsmittel erfolgenden Oxydationen complexer organischer Verbindungen keineswegs der Art, dass sie der Ansicht, der Sauerstoff verbrenne den Kohlenstoff der Gewebe etc. direct zu Kohlensäure, eine Stütze verliehen; denn auch bei solchen Oxydationen treten meist mehr oder weniger zahlreiche intermediäre Producte auf, ja selbst bei der Verbrennung im engsten Sinne fehlt es gewöhnlich an derartigen Producten nicht. Diess ändert aber allerdings nichts an der Thatsache, dass schiesslich aller Sauerstoff in Kohlensäure, und, insofern der Sauerstoffgehalt der organischen Atome nicht hinreicht, um mit ihrem Wasserstoff geradeauf Wasser zu bilden, in Wasser verwandelt wird.

Ein Theil des Sauerstoffs wird zur Oxydation von Wasserstoff verwendet,

Hieraus ergiebt sich, dass die Kohlensäureausscheidung vom chemischen Standpunkte allerdings in einer sehr engen Beziehung zum eingeathmeten Sauerstoff steht, aber keineswegs in einer unmittelbaren. Wäre Kohlensäure die einzige Form, in welcher der eingeathmete Sauerstoff wieder austritt, so müsste das Volumen des verschwundenen Sauerstoffs dem der durch die Respiration gelieferten Kohlensäure gleich sein, da die Kohlensäure ein ihr gleiches Volumen Sauerstoff enthält. Die Erfahrung lehrt aber, dass durchschnittlich etwas weniger Kohlensäure ausgeathmet wird, als dem verschwundenen Sauerstoff entspricht. Diess versteht sich leicht, wenn man berücksichtigt, dass der Sauerstoff nicht ausschliesslich zur Oxydation des Kohlenstoffs verwendet wird, und dass selbst nicht alle Kohlensäure nothwendigerweise durch die Lunge austritt. Ein grosser Theil der verbrennlichen Körperbestandtheile, vor Allem die Fette, enthält nicht genug Sauerstoff, um mit ihrem Wasserstoff Wasser zu bilden, es muss daher ein wenn auch geringer Theil des eingeathmeten Sauerstoffs dazu verwendet werden, um den überschüssigen Wasserstoff derartiger Körperbestandtheile zu oxydiren. Dass diese Annahme keine blosse theoretische Voraussetzung ist, ergiebt sich aus Folgendem: Die Erfahrung lehrt, dass die Differenz zwischen dem Volumen des in der Exspirationsluft fehlenden Sauerstoffs und dem Volumen der Kohlensäure am geringsten ist bei einer Nahrung, die überwiegend aus Kohlehydraten besteht, wo also der in diesen Nahrungsstoffen enthaltene Sauerstoff hinreicht, um mit sämmtlichem Wasserstoff derselben ohne weitere Sauerstoffzufuhr Wasser zu bilden; damit in Uebereinstimmung hat man beobachtet, dass bei vegetabilischer Nahrung und bei Pflanzenfressern weit mehr Sauerstoff in der Kohlensäure ausgeathmet wird, wie bei thieri-

scher Nahrung; bei Pflanzenfressern beträgt der in der Kohlensäure ausgeathmete Sauerstoff $^{8}/_{10}$ bis $^{9}/_{10}$, bei Fleischfressern etwa $^{3}/_{4}$ der ganzen Menge des eingeathmeten Sauerstoffs. Die Differenz wird erfahrungsgemäss grösser, wenn die Nahrung eine solche ist, welche überschüssigen Wasserstoff enthält, wie diess bei Fett- und Fleischnahrung der Fall ist, ebenso aber auch beim Hungern, sei es, dass das Letztere Folge von Nahrungsentziehung, oder der gestörten Verdauung ist, wie z. B. nach Durchschneidung des Nervus vagus (Valentin). Bei hungernden Thieren, gleichgültig ob Pflanzen- oder Fleischfresser, bleibt sich dieses Verhältniss gleich, und ist offenbar ein Beweis, dass im Zustande des Hungers der in das Blut aufgenommene Sauerstoff sich in ihrem Leibe mit denselben Materien verbindet, d. h. der Athmungsprocess wird auf Kosten der Bestandtheile ihres Leibes unterhalten (Liebig). Weitere Beweise dafür, dass ein grosser Theil des nicht in der Form von Kohlensäure austretenden Sauerstoffs als Wasser austritt, können in dem Verschwinden des an Wasserstoff so reichen Fettes bei Hungernden, oder des Alkohols der genossenen geistigen Getränke, endlich in der Thatsache gefunden werden, dass Murmelthiere während des Winterschlafs an Gewicht durch den Respirationsprocess zunehmen. In diesem Zustande geniesst das Thier kein Wasser, und entlässt demungeachtet von Zeit zu Zeit Wasser im Harn, nach dessen Austreten eine Gewichtsverminderung eintritt, welche mit dem aufgenommenen und in Kohlensäure und Wasser übergegangenen Sauerstoff im Verhältnisse steht (Valentin, Liebig). Obgleich von viel geringerem Gewicht, kommt bei der Erklärung der Differenz jedenfalls auch der Umstand in Betracht, dass ein wenngleich sehr kleiner Theil des Sauerstoffs zur Oxydation des Schwefels der schwefelhaltigen Atomcomplexe (Albuminate u. a. m.) verwendet werden muss. Endlich darf nicht übersehen werden, dass die Lunge nicht der einzige Ort ist, wo Gaswechsel stattfindet.

ein anderer Theil zur Oxydation des Schwefels schwefelhaltiger Atomcomplexe.

Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung gehen im Respirationsprocesse für gewisse Zeitabschnitte einander keineswegs immer parallel.

Da ferner die Kohlensäure, die wir in der Ausathmungsluft auftreten sehen, nicht als unmittelbares Product einer sofortigen Oxydation des Kohlenstoffs angesehen werden kann, und nicht etwa der mit der einen Inspiration eingeathmete Sauerstoff mit der darauf folgenden Exspiration als Kohlensäure wieder erscheint, so ist es klar, dass für gleiche Mengen eingebrachten Sauerstoffs in gleichen Zeiten sehr ungleiche Mengen von Kohlensäure ausgeführt werden können. Die thierischen Atomcomplexe zerfallen nämlich bei der Einwirkung des Sauerstoffs jedenfalls nur zum Theil gleich in Kohlensäure und andere Producte, sondern erleiden dadurch auch Veränderungen, die ohne Abspaltung von Kohlensäure vor sich gehen; der Sauerstoff, der bereits viel früher aufgenommen war, kann daher erst später mit der Kohlensäure wieder fortgehen. Aehnlich kann eine Vermehrung des phosphorsauren oder kohlensauren Natrons in den Geweben wirken; denn da diese Salze, wie wir bereits S. 89 erörterten, Kohlensäure binden können, so wird ihre Vermehrung eine geringere Kohlensäureausscheidung zur Folge haben.

da ein Theil derselben von den obengenannten Salzen, wenngleich vorübergehend, zurückgehalten wird.

Alle diese Thatsachen und Erörterungen beweisen, dass wohl ein schliesslicher, aber keineswegs ein in jedem Zeitabschnitte paralleler Gang der Sauerstoffaufnahme und der Kohlensäureausscheidung nothwendig ist.

Theorie des Gaswechsels.

Wir kommen nun zur Erörterung der Hauptfrage: von welchen Gesetzen ist der Gaswechsel zwischen Lungenluft und Blut abhängig. Zur Erledigung dieser Frage sind in neuerer Zeit sehr wichtige und folgenreiche Untersuchungen angestellt, die die Vorgänge bei der Respiration zum grossen Theile völlig aufgeklärt haben, und dieselben in einem viel einfacheren Lichte erscheinen lassen, als diess bis dahin der Fall war. Hauptsächlich auf die Versuche von Magnus sich stützend, der gezeigt hatte, dass Blut, welches durch Schütteln mit Sauerstoff letzteres Gas aufgenommen hatte, mit Kohlensäure geschüttelt nun dieses Gas aufnimmt, während dadurch der Sauerstoff ausgeschieden wird, und dass aus dem kohlensäurereichen Blut durch Schütteln mit Luft wieder die Kohlensäure ausgetrieben werden kann, dass demnach ein Gas das andere einfach verdrängen kann, nahm man an, dass mit der Zunahme oder Abnahme der Kohlensäure die Menge des in das Blut übertretenden Sauerstoffs im Verhältniss stehe, und dass das eine Gas den Platz des anderen einnehme. Diess ist aber nicht der Fall. Wenn schon die Aufnahme von Sauerstoff und die Bildung der Kohlensäure keineswegs in einem so engen und unmittelbaren Verhältnisse stehen, als man früher glaubte, so ist dies ebensowenig in Bezug auf Eintritt von Sauerstoff in das Blut und auf Austritt von Kohlensäure aus demselben der Fall. Beide Vorgänge sind vielmehr sehr verschiedener Natur, von ganz verschiedenen Momenten abhängig, und laufen bis zu einem gewissen Grade selbstständig neben einander her.

Die Aufnahme des Sauerstoffs ist, wie wir gesehen haben, abhängig von einer chemischen Anziehung, die von dem Blute und insbesondere von den Blutkörperchen ausgeübt wird; er tritt an die Blutkörperchen, aber nur um alsbald verwendet zu werden, und daher aus dem Blute zu verschwinden, die Gesetze der Diffusion haben daher auf seinen Eintritt in das Blut nur einen sehr geringen Einfluss, nur insofern er, um zu den Blutkörperchen zu gelangen, vorher das Plasma passiren muss, — und von einer die Austreibung der Kohlensäure bedingenden Spannung desselben kann nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen keine Rede sein.

Der Uebertritt der Kohlensäure aus dem Blut in die Lunge erfolgt nach den Gesetzen der Diffusion.

Ganz anders aber gestalten sich die Verhältnisse bei der Kohlensäure; nur der geringste Theil der Kohlensäure ist im Blute chemisch gebunden, denn nach den Beobachtungen von Setschenow beträgt die freie Kohlensäure des Blutes 10 Thle. auf 1 Thl. gebundener; der Träger der Kohlensäure ist ferner nach den übereinstimmenden Beobachtungen von L. Meyer und Fernet hauptsächlich das Serum, was allerdings nach den Versuchen von Schöffer zunächst nur für diejenigen Gasmengen gilt, welche an phosphorsaures und kohlensaures Natron gebunden

zu sein scheinen. Dem sei aber wie immer, so viel ist gewiss, dass der grösste Theil der Kohlensäure im Blute einfach diffundirt ist; demgemäss ist auch der Uebertritt der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenluft ein rein physikalischer Vorgang und erfolgt nach den Gesetzen der Diffusion, wie sie an der Grenze zwischen gashaltigen Flüssigkeiten und Luft, oder mit Rücksicht auf die Athmung, wie sie an der Grenze zwischen Blut- und Luftröhren der Lunge Geltung haben, und von Stefan mathematisch begründet sind.

Wenden wir diese Gesetze auf den besonderen Fall, auf den Uebertritt der Kohlensäure aus dem Blute in die Lunge an, so finden wir dass unter normalen Athmungsbedingungen die Kohlensäure deshalb nothwendig aus dem Blute in die Lunge übertreten muss, weil die Spannung der Kohlensäure im Blute (die Kraft mit welcher sich die Gasmoleküle abstossen) eine viel grössere ist wie in der Luft und in der Lunge, oder, was dasselbe ist, weil die Kohlensäure im Blute unter einem stärkeren Drucke steht.

Die Kohlensäureausscheidung durch die Lungen ist daher abhängig von Veränderungen des Unterschiedes der Kohlensäurespannung der Luft, des Blutes und der Lunge, von dem Wärmeunterschied zwischen dem Blute und der Lungenluft, von Veränderungen des Blutdrucks, und der Berührungsfläche zwischen Luft und Blut. Die ganze Theorie der Respiration lässt sich daher auf die Hauptsätze der Diffusionsgesetze zurückführen. Da wir es in diesem Werke zunächst nur mit Affinitätswirkungen und mit stofflichen Veränderungen, nicht aber mit der Lehre von den Kräften zu thun haben, so verweisen wir diejenigen welche die Lehre von der Diffusion näher studiren wollen, auf die Lehrbücher der Physik und Physiologie, insbesondere auf: Fick: Lehrb. der med. Physik S. 23 u. Ludwig: Lehrb. der Physiologie Bd. II. S. 504 2te Auflage.

Wir begnügen uns hier daran zu erinnern, dass alle Gase ohne Ausnahme, in Berührung mit einander gebracht, in einander überströmen, und dass nicht eher die Gleichgewichtslage eintritt, als bis eine überall gleichartige Mischung entstanden ist, dass ferner diese Diffusion auch durch Scheidewände erfolgt. In ähnlicher Weise, wie die Gase ineinander diffundiren, diffundiren sie auch in Liquida, doch gelten für diese Erscheinungen besondere Gesetze: die Absorptionsgesetze. Für uns ist die Thatsache von Wichtigkeit, dass das Entweichen eines von einer Flüssigkeit absorbirten Gases immer nur dann stattfindet, wenn die Spannung dieses Gases in dem über der Flüssigkeit befindlichen freien Raume vermindert wird, ganz unabhängig davon, ob die Gesammtspannung der in jenem Raume enthaltenen Gase grösser oder kleiner geworden ist. Mit anderen Worten: die Diffusion eines Gases aus einer Flüssigkeit in einen Luftraum, das Entweichen eines Gases aus der Flüssigkeit in den darüber stehenden Luftraum kann wohl gehindert werden durch die Spannung desselben Gases in diesem Raume, nicht aber durch die Spannung

eines beliebigen anderen Gases, denn verschiedene Gase verhalten sich nach der Lehre von der Diffusion gegen einander wie leere Räume; sie setzen einander keinen Widerstand entgegen. Also von in einer Flüssigkeit absorbirter Kohlensäure z. B. wird so lange nichts entweichen können, so lange die Spannung der Kohlensäure in dem über der Flüssigkeit stehenden Luftraume jener der absorbirten Kohlensäure das Gleichgewicht hält, so wie aber die Spannung der Kohlensäure des Luftraums eine geringere wird, wird sofort und solange Kohlensäure aus der Flüssigkeit entweichen, bis die Spannungsdifferenz sich ausgeglichen hat. Hätten wir aber die Kohlensäure aus dem Luftraume völlig entfernt, und dafür Sauerstoff von einer doppelt so grossen Spannung eingeführt, so würde die Kohlensäure aus der Flüssigkeit ebenso entweichen, wie wenn darüber ein leerer Raum stände, und erst dann würde dieses Entweichen aufhören, wenn die entwichene Kohlensäure eine gleiche Spannung mit der noch in der Flüssigkeit enthaltenen erlangt, mit anderen Worten, wenn die Differenz sich ausgeglichen hätte. Alle diese Bedingungen sind im Respirationsprocesse gegeben: 1) man hat hier das Blut: eine Flüssigkeit, welche verdunstbare Kohlensäure enthält, in Berührung mit dem Luftraume der Lunge, beide allerdings durch eine Scheidewand: die Membranen der Capillaren getrennt, die aber erfahrungsgemäss der Gasdiffusion wohl einen gewissen Widerstand entgegensetzt, aber ihn in seiner Natur nicht verändert. Es muss also immerwährend die Spannung der Gase in dem Blute mit dem gleichnamigen in dem Lungenraume ausgeglichen werden. 2) Ist in den verschiedenen Parthieen des Lungenluftraums selbst die Spannung der verschiedenen freien Gasarten eine verschiedene, so dass Diffusionsströme beständig im Gange sein müssen, welche die Spannungsdifferenzen auszugleichen streben.

Die Erscheinungen bei der Respiration sind mit den Gesetzen der Diffusion im Einklange, so weit sie sich auf die Ausscheidung der Kohlensäure beziehen.

Wir bemerken, dass mit dieser Theorie der Kohlensäureausscheidung und ihrer Abhängigkeit von den oben genannten Momenten, welche letztere nur eine Folge des allgemeinen Gesetzes sind, alle unsere Erfahrungen über die Schwankungen der Kohlensäureausscheidung im Einklange stehen, obgleich natürlich der Vorgang in der Lungenathmung so complicirt ist, dass man den thatsächlichen Vorgang für jeden Zeitabschnitt keineswegs theoretisch berechnen kann, namentlich auch deshalb, weil begreiflicherweise unsere Kenntnisse über den Gasgehalt des lebenden Blutes sehr unvollständige sind, und der Natur der Sache nach bleiben müssen. Besonders tritt die Unsicherheit störend in den Weg, in welcher wir uns auch heute noch, und nach den letzten Untersuchungen von Schöffer wo möglich noch mehr wie früher, über den Zustand befinden, in welchem die Kohlensäure im Blute enthalten ist. Nach den Beobachtungen von Schöffer wäre nämlich die Kohlensäure des Blutes auf vierfache Weise darin enthalten, einfach diffundirt, an alkalische Salze gebunden, so gebunden, dass sie unter Mitwirkung der Blutkörperchen, und so, dass sie nur unter Beihülfe von Säuren ausgeschieden werden kann. Wir erwähnen diese Versuche, aber kommen nicht mehr

darauf zurück, da sie eine genügende Deutung vorläufig kaum finden können, und anderseits die Theorie der Respiration nicht wesentlich alteriren, jedenfalls können aber die Diffusionsgesetze nur für die im Blute einfach diffundirte Kohlensäure (die grösste Menge) Geltung haben, und es ist wahrscheinlich, dass sich auch nur diese bei der Respiration direct betheiligt.

Experimentelle Beweise für die Richtigkeit der Theorie.

Es ist klar, dass wenn die Kohlensäureausscheidung aus dem Blute in den Lungenraum die Folge einer verminderten Kohlensäurespannung im letzteren ist, Fälle möglich sein müssen, wo Kohlensäure vom Blute nicht ausgeschieden, sondern vielmehr absorbirt wird, denn da das venöse den Lungen zugeführte Blut noch weit davon entfernt ist, mit Kohlensäure gesättigt zu sein, so muss in jenem Falle, wo die Kohlensäurespannung in der Lungenluft bedeutender wird, als sie im Blute ist, nothwendigerweise ein Theil Kohlensäure aus der Luft in das Blut übergehen, bis sich die Druckdifferenz ausgeglichen hat. Ein Zusatz von Kohlensäure zur Athmungsluft, oder eine Vermehrung derselben aus irgend welchen Gründen im Lungenraum wird daher jedesmal die Ausscheidung dieses Gases aus dem Blute hemmen; der Werth, den die Hemmung erreicht, wird steigen mit dem Kohlensäuregehalte der Luft, und zwar so, dass schliesslich eine Stromumkehr stattfindet. Mit diesen Voraussetzungen steht die Erfahrung vollkommen im Einklange; nicht nur allein ergiebt dieselbe, dass mit der Kohlensäureanhäufung im Lungenraume die Ausscheidung derselben aus dem Blute abnimmt, sondern Legallois u. W. Müller haben auf experimentellem Wege nachgewiesen, dass unter gewissen Voraussetzungen auch wirklich eine vollkommene Stromumkehr stattfindet. Sehr belehrend und beweisend sind die Versuche von W. Müller. Derselbe befreite die Lungen eines Thieres möglichst von allem Stickstoff, indem er Sauerstoff durch dieselben leitete, und setzte dann die Respirationsorgane in Verbindung mit einem mit reinem Sauerstoffgas gefüllten Athmungsraum. Wenn das Thier in diesen durch Quecksilber abgesperrten Raum aus- und einathmete, und der Luftdruck in demselben immer dem atmosphärischen gleich erhalten wurde, so verschwand das Gas im Luftraum allmählich vollkommen, das Thier sog den ganzen Inhalt desselben auf. Die Erklärung dieser Erscheinung bietet nach dem Gesagten keine Schwierigkeit dar. Anfangs wurde der Sauerstoff vom Blute des Thieres aufgenommen, und Kohlensäure ausgeschieden; je mehr Sauerstoff aber aus dem Luftraum verschwand, desto reicher wurde derselbe an Kohlensäure, und desto grösser musste die Spannung derselben in diesem Raume werden; so wie sie den Werth der Kohlensäurespannung im Blute erreichte, konnte keine Kohlensäureausscheidung aus dem Blute mehr stattfinden; da aber dabei die Sauerstoffabsorption fortwährend noch stattfand, musste der Kohlensäuredruck im Luftraum bald grösser werden, wie jener des Blutes, und daher Kohlensäure in das Blut zurücktreten; da aber der Sauerstoff bis zum völligen Verschwinden aufgenommen wurde, so wurde in Folge der fortwährend gesteigerten Kohlensäurespannung im Athmungsraum auch die ur-

sprünglich ausgeschiedene Kohlensäure wieder in das Blut zurückgenommen. Während also der Sauerstoff trotz seiner stetig abnehmenden Spannung im Athmungsraum, bis zum letzten Rest vom Blute offenbar durch eine eminente chemische Affinität verschluckt wurde, trat die Kohlensäure durch den fort und fort gesteigerten Spannungsunterschied im Blute und Athmungsraum einfach nach den Gesetzen der Absorption in ersteres zurück. In den Versuchen von W. Müller, wo der Athmungsraum klein war (er betrug 150 bis 250 CC. Inhalt), wurde alles Gas völlig aufgesogen. Bei einem grösseren Athmungsraume wird aber der Rücktritt der Kohlensäure ins Blut nur so lange dauern, bis das Blut mit Kohlensäure gesättigt ist. Bedient man sich eines Raumes, der den Umfang des Thieres übertrifft, so hört bei fortschreitendem Athmen allmählich die Abnahme der Luft im Athmungsraume auf, indem nunmehr so viel Kohlensäure ausgeführt, als Sauerstoff aufgesogen wird. Diess tritt ein, wenn das Thier etwas mehr Kohlensäure, als die Hälfte seines Volumens beträgt, zum Verschwinden gebracht hat. Aber dann stirbt auch das Thier, obgleich die geathmete Luft noch viel mehr Sauerstoff enthält als die atmosphärische.

Diese Versuche sind von grossem Interesse und bestätigen nicht nur die Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von den Diffusionsgesetzen, sondern lehren noch Zweierlei: einmal, dass die Sauerstoffaufnahme in Folge einer eminenten Affinität des Sauerstoffs zum Blute und unabhängig von den Druckverhältnissen dieses Gases im Athmungsraume vor sich geht, und dann, dass die giftige Wirkung der Kohlensäure auf den Organismus nicht darin zu suchen ist, dass seine Gegenwart die Aufnahme von Sauerstoff hinderte, denn die Sauerstoffabsorption ging in obigen Versuchen auch dann noch vor sich, als bereits narcotische Erscheinungen eingetreten waren, sondern darin, dass dadurch auch bei einem Sauerstoffgehalt der Luft, welcher noch bedeutender ist, wie jener der atmosphärischen, die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute gehindert wird, und sich dieses Gas, welches im Normalzustande im Verhältnisse seiner Neubildung sofort wieder ausgeschieden wird, mehr und mehr im Blute ansammelt, und dann als Narcoticum wirkt. Demgemäss trat auch bei Thieren in den oben erwähnten Versuchen der Tod nicht unter den Erscheinungen der Erstickung, sondern unter jenen der Narcose ein. Diese Versuche erklären endlich auch die Thatsache, dass Thiere und Menschen beim Einathmen von *reinem* kohlensauren Gas viel rascher sterben, wie beim Einathmen von Stick- und Wasserstoffgas. In einer reinen Kohlensäureatmosphäre kann das Blut keine Kohlensäure abgeben, sondern nimmt vielmehr noch Kohlensäure auf, während Wasserstoff- oder Stickgas der Kohlensäureausscheidung kein Hinderniss setzt, und daher hier der Tod erst dann erfolgen wird, wenn aller im Organismus noch vorhandene Sauerstoff völlig aufgebraucht ist. Diess erklärt endlich auch die Thatsache, dass eine Luft, die nur wenige Procente Kohlensäure mehr enthält, wie die atmosphärische, auf den Organismus schon

nachtheilig wirkt, während eine Beimischung von anderen an und für sich irrespirablen Gasarten keine besondere Wirkung äussert.

Bedeutung des Stickstoffs im Respirationsprocesse.

Während die Verhältnisse des Sauerstoffs und der Kohlensäure im Respirationsprocesse im Ganzen und Grossen befriedigend aufgehellt sind, können wir diess von dem Stickstoff nicht sagen. Da unter normalen Bedingungen der Gehalt der Ausathmungsluft an diesem Gase nahezu gleich ist dem der Einathmungsluft, so scheint es, als ob der Stickstoff bei der Respiration nur eine passive Rolle spielt; obgleich aber eingehendere Untersuchungen fehlen, so scheint doch aus mehreren Beobachtungen hervorzugehen, dass auch eine Diffusion des Stickstoffs stattfinden kann aus dem Blute in den Lungenraum und umgekehrt. Aus den Versuchen von Brunner u. Valentin, von Regnault u. Reiset ergiebt sich ferner, dass in der That ein allerdings sehr geringes Plus ausgeathmet werden kann, womit auch die Erfahrungen von Boussingault stimmen, der bei physiologisch-statistischen Untersuchungen über den Stoffwechsel der Thiere fand, dass die flüssigen und festen Excremente immer etwas weniger Stickstoff enthielten als die Nahrung; aus dieser letzterwähnten Beobachtung, sowie auch aus den Beobachtungen von Regnault u. Reiset, die die ganzen Ausscheidungen durch Lungen und Haut collectiv bestimmten, kann allerdings nur ein Schluss auf die Verhältnisse des Gesammtgaswechsels gezogen werden. Dass Diffusionserscheinungen auch bei dem Stickstoff eintreten müssen, wenngleich von sehr untergeordneter Bedeutung, dürfte übrigens schon daraus gefolgert werden, dass unter den Blutgasen der Stickstoff nicht fehlt, wenngleich er einen geringen Antheil derselben ausmacht. Einen Uebertritt des Stickstoffs aus dem Blute in den Lungenraum und demgemäss in die atmosphärische Luft hat man beobachtet: 1) bei Genuss von Fleischnahrung (Regnault u. Reiset, Barral), 2) bei dem Verweilen in einem vollkommen stickgasfreien Athmungsraume (Allen, Pepys, Legallois, Marchand). Der Diffusionsstrom des Stickstoffs soll vom Lungenraum in das Blut gerichtet sein bei anhaltendem Hungern, indifferent soll sich endlich der Stickstoff verhalten bei rein vegetabilischer Nahrung. Ludwig hebt es als eine mögliche Bedeutung des Stickstoffs für den Respirationsprocess hervor, dass er verdünnend auf den Sauerstoff wirke, aber nicht in dem Sinne, in welchem man es früher that, als man noch glaubte, dass reiner Sauerstoff nicht ohne beträchtliche Störungen eingeathmet werden könne. Er bezieht sich vielmehr auf die uns nun bereits bekannte Thatsache, dass der Gehalt der Lungenluft an Kohlensäure, so lebensgefährlich er jenseits gewisser Grenzen ist, doch die Athembewegungen weniger influirt, wie der Mangel an Sauerstoff; in einem verdünnten Sauerstoffe wird aber eine zur Athembewegung nöthigende Abnahme des letzteren Gases eintreten, bevor noch die Kohlensäure bis auf einen bedrohlichen Werth gestiegen ist; die Anwesenheit des Stickstoffs in der Luft schliesst daher den Kohlensäuregehalt des Thierkörpers in engere Grenzen ein.

Regnault u. Reiset haben in ihren Versuchen in der von verschiedenen Thieren exhalirten Luft constant geringe Mengen von Wasserstoff und Kohlenwasserstoff gefunden, da aber die wichtigen und umfassenden Untersuchungen der genannten Forscher sich auf den Gesammtgaswechsel beziehen, so muss es dahingestellt bleiben, ob diese Gase aus der Lunge oder aus Haut und Darm stammen. Auf die Theorie der Respiration sind sie jedenfalls ohne Einfluss; dasselbe gilt von den Spuren Ammoniak, die, wo ihr Auffinden nicht auf Beobachtungsfehlern beruhte, wohl nur aus der Mundhöhle etc. stammen.

Sonstige Bestandtheile der Ausathmungsluft.

Von aussen eingeführt, sollen viele flüchtige Stoffe, wie Phosphor, Camphor, Alkohol, ätherische Oele u. a. spurenweise in die Exspirationsluft übergehen, ohne dass übrigens damit bewiesen wäre, dass sie aus dem Blute stammen, wahrscheinlicher ist es wohl, dass ihre in der Mundhöhle zurückbleibenden Dämpfe von der Exspirationsluft erst hier aufgenommen werden. In neuester Zeit will Wiederhold in der während 14 Tagen gesammelten und condensirten Exspirationsluft Chlornatrium, Chlorammonium, Harnsäure, harnsaures Natron und harnsaures Ammoniak (!) nachgewiesen haben. Da die meisten dieser Stoffe nichtflüchtig sind, so müssten sie mechanisch mitgerissen werden, was voraussetzen würde, dass sie durch die Capillaren in die Lungen natürlich in Lösung tretend, in den Lungenraum gelangt durch den Gasstrom mit dem Wasserdampfe wieder weggeführt würden. Diess klingt aber Alles so unwahrscheinlich, dass man sich eines Urtheils über diese Angaben mindestens so lange enthalten wird, bis sie von anderer Seite bestätigt oder widerlegt sind.

Angebliches Vorkommen von festen Stoffen in der Lungenluft.

Quantitative Verhältnisse.

Die Lunge ist eine Ausgangspforte für einen sehr erheblichen Theil der in Folge der regressiven Stoffmetamorphose gebildeten thierischen Auswurfsstoffe; der Kohlenstoff der in der Exspirationsluft austretenden Kohlensäure stammt von dem Organismus, seinen Geweben und Flüssigkeiten; es ist daher an und für sich klar, dass die Menge der durch die Lungen ausgeschiedenen Stoffe, und namentlich der Kohlensäure, in einem Abhängigkeitsverhältnisse zur Energie des Stoffwechsels im Allgemeinen stehen müssen, und dass sie einen unentbehrlichen Factor darstellen für die Beurtheilung der quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels; was sich von den eingeführten Nahrungsstoffen unter Voraussetzung eines gleichbleibenden Körpergewichts nicht im Harn und den Excrementen findet, dass muss bis auf einen geringen, auf die Abschuppung, Schleimausscheidung u. dgl. entfallenden Rest durch Lungen und Haut ausgetreten sein. Von diesem Standpunkte ist es von Interesse, die unter normalen Lebensbedingungen durch die Lungen innerhalb einer gewissen Zeit aufgenommenen und ausgeschiedenen Stoffmengen zu kennen. Hierüber sind, wie überhaupt über die quantitativen Verhältnisse der Respirationsausscheidungen, zahlreiche Versuche angestellt.

Quantitative Verhältnisse.

Allgemeine Bedingungen derselben.

Energie des Stoffwechsels.

Wenn aber unter normalen Bedingungen für die innerhalb längere Zeiträume durch die Lungen ausgeschiedenen Stoffe endgültig immer de Stoffwechsel maassgebend sein muss, so zeigen sich doch in der Menge un dem relativen Verhältnisse der Lungenauswürflinge innerhalb engerer Gren zen sehr bedeutende Schwankungen, die auf andere Bedingungen zurück führen. Diese Bedingungen sind 1) die Beschaffenheit der atmosphärische Luft, ihre Temperatur, ihr Feuchtigkeitsgrad, ihre Spannung (Luftdruck ihre Zusammensetzung, endlich namentlich ihr Kohlensäuregehalt; 2) di Absorptionsfähigkeit des Blutes; 3) die Athmungsfläche, ihre grösser oder geringere Ausdehnung; 4) die Zeitdauer der Berührung zwische Luft- und Blutatmosphäre; endlich 5) die mechanisch - physiologische Verhältnisse der thätigen Athmungswerkzeuge. Die Temperatur, de Wasserdampfgehalt und der Barometerstand der Atmosphäre werden zu nächst die Wasserausscheidung durch die Lungen beeinflussen. Der Ein fluss des Feuchtigkeitsgrades wird sich verschieden gestalten, je nachde die Luft, in welcher die Verdunstung geschieht, bei der Athmung au die Normaltemperatur des Körpers gebracht wird, oder nicht. Die Druck schwankungen der trockenen Atmosphäre müssen sich ferner geltend ir sofern machen, als dadurch die Dichtigkeit des im Blut diffundirten Saue stoff- und Stickstoffgases sich mehren oder mindern muss. Da in de freien Luft die Kohlensäure nur geringe Schwankungen zeigt, so wird d Luftspannung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft die der im Blu diffundirten nicht wesentlich ändern, wenn aber die atmosphärische Lu mit Kohlensäure abnorm beladen ist, so werden sich wesentliche Aend rungen in der Diffusionsströmung der Kohlensäure ergeben.

Beschaffenheit der Luft, des Blutes, der Lungen und Athmungsorgane überhaupt, Zeitdauer der Wechselwirkung.

Die Absorptionsfähigkeit des Blutes muss nothwendig als eine al gemeine Bedingung in die Athmung eingreifen, weil das Blut die Uebe tragung des Sauerstoffs aus der Luft in die Gewebe, und diejenige de Kohlensäure in der umgekehrten Richtung vermittelt. Dass aber die Al sorptionsfähigkeit des Blutes je nach seiner Zusammensetzung Schwar kungen zeigen wird, darf nicht bezweifelt werden.

Dass der Flächeninhalt der Athmungsorgane, auf welchen der Ga austausch stattfindet, für den Werth des letzteren bestimmend eingre fen muss, versteht sich von selbst, ebenso aber ist auch die Zeitdauer de Berührung von Blut- und Luftatmosphäre von Einfluss. Das möglich Maximum in der Austauschungsgeschwindigkeit der Bestandtheile beid Atmosphären wird nur dann erreicht werden, wenn ein möglichst rasch Blut- und Luftwechsel stattfindet, wenn also das Blut aus den Athmung flächen mit Sauerstoff beladen rasch durch die Kohlensäureregion dring und von dort, bevor noch sein Sauerstoffgehalt beträchtlich gesunken, wi der in eine möglichst sauerstoffreiche Atmosphäre zurückeilt. Verweile dagegen dieselben Bluttheilchen längere Zeit an demselben Orte, in de Geweben, so wird der Unterschied der Gasarten des Blutes und der G webe sich ausgleichen, und damit auch der Gasstrom immer langsam werden.

Zu den mechanisch-physiologischen Bedingungen gehören die Raumverhältnisse des Thorax und der Lunge, die Elasticität der letzteren, die Art (Tiefe, Seichtigkeit etc.) der Athembewegungen und der Athemfolge. Der Einfluss dieser Bedingungen macht sich geltend auf die quantitativen relativen Verhältnisse des Gaswechsels, aber auch umgekehrt können letztere bestimmend auf die Athembewegungen und die Athemfolge einwirken. Eine gehinderte Kohlensäureausscheidung z. B. nöthigt zu rascheren und tieferen Athmungsbewegungen. Da diese Verhältnisse aber der reinen Physiologie angehören, so werden wir auf die Details derselben nicht eingehen. Für die Beurtheilung der Verhältnisse des Gaswechsels in den Lungen ist es endlich von Wichtigkeit, zu wissen, dass die Lungen beim gewöhnlichen Ausathmen 6 bis 8 mal so viel Luft zurückbehalten, als mit jedem Athemzuge umgewechselt wird. Die Zusammensetzung dieser Luft ist natürlich weder die der Einathmungsluft, noch die der Blutgase, sie muss vielmehr innerhalb gewisser Grenzen die der jeweiligen Ausathmungsluft sein.

Mittlere Mengen der innerhalb gewisser Zeiten von den Lungen aufgenommenen und ausgeschiedenen Stoffe.

Mittlere Mengen der innerhalb gewisser Zeiten von den Lungen aufgenommenen und ausgeschiedenen Stoffe.

Ueber die innerhalb gewisser Zeiträume aufgenommenen Sauerstoff- und ausgeschiedenen Kohlensäuremengen sind von verschiedenen Beobachtern zahlreiche Versuche angestellt. Wir geben in Nachstehendem eine von Valentin nach den Daten von Andral und Gavarret entworfene Tabelle über die innerhalb 1 und 24 Stunden von verschiedenen Individuen durch die Respiration aufgenommenen Sauerstoff- und ausgeschiedenen Kohlenstoffmengen in Grammen, die wir nur insofern vervollständigt haben, als wir die den Kohlenstoffwerthen entsprechenden Kohlensäurewerthe hinzugefügt haben. Nach dem Angeführten bedarf es übrigens kaum noch der Erörterung, dass diese Zahlen nur bedingt brauchbar sind, und gewissermaassen nur als Beispiele dienen können, da nicht allein die Verhältnisse der Respirationsorgane, sondern auch die des Gesammtorganismus auf die absoluten Mengen aufgenommener und ausgeschiedener Stoffe vom bestimmendsten Einflusse sein müssen.

Absolute Mengen des absorbirten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure.

Individuen und Alter	Mittleres Körpergewicht in Kilogrammes	Gewichtsmengen						Volumenmengen			
		Ausgeschiedener Kohlenstoff in Grammes		Ausgeschiedene Kohlensäure in Grammes		Absorbirter Sauerstoff in Grammes		Ausgesch. Kohlensäure in Litres bei 0° und 760mm.		Absorbirter Sauerstoff in Litres bei 0° und 760mm.	
		In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.
8 Jahr	22,26	5,0	120,8	18,3	442,9	15,613	374,704	9,30	225,16	8,63	207,22
15 „	46,41	8,7	208,8	31,9	765,6	27,166	651,984	16,21	389,22	18,91	453,89
16 „	53,39	10,8	259,2	39,6	950,4	33,723	809,360	20,13	483,17	23,48	563,42
18 bis 20 „	61,26 bis 60,5	11,4	273,6	41,8	1003,2	35,599	854,324	21,25	510,01	24,78	594,79
20 „ 24 „	65,0 „ 68,8	12,2	292,8	44,7	1073,6	38,094	914,280	22,72	545,81	26,52	636,47
40 „ 60 „	68,8 „ 65,5	10,1	242,4	37,0	888,8	31,537	756,888	18,81	451,85	21,95	526,92
60 „ 80 „	65,5 „ 61,2	9,2	220,8	33,7	809,6	28,727	689,448	17,13	411,59	20,00	479,98

Diese Tabelle zeigt vor Allem, wie bedeutend sich der durch die Lunge vermittelte Gasaustausch auch gewichtlich gestaltet; sie ergiebt ferner constant einen Ueberschuss von absorbirtem Sauerstoff gegenüber dem mit der Kohlensäure austretenden, wie nachfolgende Gegenüberstellung anschaulich macht:

In 24 Stunden in der Kohlensäure ausgeschiedener Sauerstoff in Grammes	In 24 Stunden absorbirter Sauerstoff in Grammes	Ueberschuss des absorbirten Sauerstoffs über den in der Kohlensäure austretenden in Grammes
322,1	374,704	52,604
556,8	651,954	95,154
691,2	809,360	118,160
729,6	854,324	124,724
780,8	914,280	133,480
646,4	756,888	110,488
588,8	689,448	100,648

Ueberschuss von absorbirtem Sauerstoff.

Man sieht hieraus, dass die Differenz am bedeutendsten ist, wo die grösste Menge Kohlensäure ausgeschieden wird, wo demnach überhaupt ein lebhafterer Umsatz auch des Wasserstoffs stattfindet.

Die mit einem Athemzuge ausgeschiedene Kohlensäure bietet solche Schwankungen dar, dass Mittelzahlen kaum gegeben werden können, denn die Werthe differiren um mehr wie das Doppelte; die Gründe werden wir später kennen lernen; die Thatsache selbst macht nachstehende den Untersuchungen von Brunner u. Valentin entlehnte Tabelle anschaulich:

Zahl der Athemzüge in der Minute	Absolute Menge der Kohlensäure für 1 Minute in Grammes	Absolute Menge der Kohlensäure für 1 Athemzug in Grammes
17	0,6200	0,0365
12	0,6654	0,0554
12	0,6726	0,0560
8	0,6264	0,0783

Ausgeschiedene Kohlensäure für einen Athemzug.

Man ersieht aber aus dieser Tabelle, dass die für 1 Minute entfallenden Kohlensäuremengen viel geringere Differenzen zeigen, wie die für einen Athemzug, und mit der Zahl der Athemzüge in umgekehrtem Verhältnisse stehen; je mehr Athemzüge in der Zeiteinheit gemacht werden, desto geringer die Menge der Kohlensäure für den einzelnen Athemzug, und umgekehrt.

Absolute Stickstoffmengen.

Für die absoluten Stickstoffmengen, die ausgeschieden werden, sind die Werthangaben sehr differirend. Nach Regnault und Reiset entsprechen 10000 Gewichtstheile absorbirten Sauerstoffs 8 bis 133 Thln. exspirirten Stickstoffs. Nach Boussingault wird 1 Gewichtstheil Stickstoff mit 100 Thln. Kohlensäure exspirirt; auch nach Barral beträgt die Menge des ausgeathmeten Stickstoffs etwa 1 Proc. der ausgeathmeten Kohlensäure. Es versteht sich von selbst, dass sich diese Zahlen auf das Plus von Stickstoff beziehen, welches die ausgeathmete Luft gegenüber der eingeathmeten enthält.

Mittlere procentische Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft.

Ueber die mittlere procentische Zusammensetzung der trockenen Ausathmungsluft haben Brunner und Valentin an sich und anderen Individuen zahlreiche Versuche angestellt. Wir geben in nachstehender Tabelle das Maximum, das Minimum und das Mittel der in 34 Analysen gefundenen Werthe.

	Volumenprocente			Gewichtsprocente		
	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Maximum	5,495	17,246	80,304	8,185	18,767	76,834
Minimum	3,299	14,968	78,890	4,968	16,200	75,151
Mittel aus 34 Analysen	4,380	16,033	79,587	6,546	17,373	76,081

Die Menge von Wasser, welche die Ausathmungsluft enthält, variirt in so hohem Grade, dass es äusserst schwer ist, selbst nur annähernd verwerthbare Mittelzahlen in dieser Beziehung zu finden. Brunner u. Valentin ziehen aus ihren Versuchen den Schluss, dass die Quantität von Wasser, welche durch die ausgeathmete Luft im Ganzen fortgeführt, nicht aber von dem Blute allein geliefert wird, bei erwachsenen männlichen Individuen für 24 Stunden ungefähr zwischen 288 und 860 Grms. zu schwanken vermag. Aus einer Reihe von Untersuchungen haben die genannten Beobachter nachstehende Tabelle entworfen.

Absolute Mengen des ausgeschiedenen Wassers.

	In der Exspirationsluft enthaltene Wassermenge in Grammes		
	In 1 Minute	In 1 Stunde	In 24 Stunden
Maximum	0,592	35,520	852,480
Minimum	0,203	12,180	292,320
Mittel	0,345	20,694	506,656

Schwankungen in den Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure unter physiologischen Bedingungen:

Schwankungen der Kohlensäureausscheidung.

Hierüber sind von Vierordt, Valentin u. Brunner, Becher u.A. zahlreiche Untersuchungen angestellt, welche mit der Theorie der Kohlensäurediffusion fast überall übereinstimmende Resultate ergeben haben.

Einfluss der Athembewegung.

a. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Athembewegung. Im Ruhezustand des Brustkastens ist der Lungenraum mit Luft gefüllt, welche, in feine Bläschen vertheilt, durch Wandungen von einer sehr grossen Ausdehnung begrenzt wird; diese letzteren sind durchzogen von einem dichten Blutgefässnetze, dessen Inhalt diffundirbare Kohlensäure führt. Insofern die Luft im Lungenraume jemals kohlensäurefrei war, wird sie sogleich einen Antheil dieses Gases empfangen, und dieser Antheil wird, alles Andere gleichgesetzt, mit der Zeit ihres Verweilens in der Lunge so lange wachsen, bis sich die Differenz der Spannung ausgeglichen hat. Bevor jedoch diese Ausgleichung stattfindet, geschieht eine neue Einathmung, durch welche kohlensäurearme Luft theils mit der bis dahin vorhandenen vermengt, und theils über die bis dahin vorhandene geschichtet wird. Das erstere geschieht, wenn die Einathmung zu umfänglich ist, um nach Verdrängung der Luft aus den Bronchien in diesen Platz zu finden, so dass ein Theil der eingeathmeten noch in die Bläschen gelangt; der in den Bronchien zurückbleibende Theil der neu eingetretenen Luft ist die aufgeschichtete. Nach längerem oder kürzerem Verweilen wird sämmtliche mit der Einathmung aufgenommene Luft wieder ausgestossen, nachdem sie natürlich durch Diffusion und Mischung Kohlensäure empfangen, und es bleibt nach dieser Exspiration ein Gasgemenge zurück, welches weniger Kohlensäure enthält, als das unmittelbar vor der Inspiration vorhandene. Der Kohlensäuregehalt desselben steigt von Neuem, und es wiederholt sich dann der frühere Vorgang u. s. f. Mit diesen Voraussetzungen stehen die thatsächlichen Erscheinungen im Einklange:

Die im Beginne einer Exspiration ausgestossene Luft ist ärmer an Kohlensäure.

1) Die Luft, welche im Beginne einer Exspiration ausgestossen wird, ist ärmer an Kohlensäure, als diejenige, welche gegen das Ende derselben austritt (Allen u. Pepys, Vierordt). Dieser Unterschied des Kohlensäuregehaltes verschwindet jedoch, wenn die eingeathmete Luft 40 Secunden lang in der Lunge verweilte, bevor sie wieder ausgestossen wurde.

Diese Befunde entsprechen vollkommen den theoretischen Voraussetzungen: nach vollendeter Einathmung wird nämlich die Dichtigkeit der Kohlensäure in den Lungen abnehmen von den Lungenwänden hin gegen das Centrum der einzelnen Höhlenabtheilungen, und von den engeren Röhren gegen die weiteren (die Bronchien). Der Unterschied dieser Dichtigkeit aber, oder, was dasselbe ist, des Procentgehalts der Luft an Kohlensäure wird abnehmen mit der Aufenthaltszeit in der Lunge. Der grössere Theil des zuerst ausgestossenen Luftquantums kommt aber

unzweifelhaft aus den Bronchien, der zuletzt exspirirte Antheil dagege ursprünglich aus den Lungenbläschen. **Ludwig** nimmt an, dass auc nach einer Zeitdauer des Verweilens der Luft in der Lunge von 40 Se cunden eine vollständige Ausgleichung der Kohlensäurespannung i den verschiedenen Lungenparthieen noch nicht erfolgt sei, dass aber di Unterschiede durch die Versuche nicht nachweisbar seien.

Einfluss der Athemfrequenz.

2) **Je geringer die Frequenz der Athmenzüge in der Zeit einheit, desto grösser ist der Procentgehalt der Ausathmungs luft an Kohlensäure, desto geringer aber die in der Zeitein heit ausgeschiedenen absoluten Mengen der Kohlensäure; j grösser dagegen die Frequenz der Athemzüge, desto gerin ger die procentische Menge der Kohlensäure in der Ausath mungsluft, und desto grösser die ausgeschiedenen absolute Mengen derselben (Vierordt).**

Dieses Abhängigkeitsverhältniss macht nachstehende Tabelle an schaulich.

Zahl der Exspira-tionen in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. Exspirations-luft	In 1 Minute exspirirte Luft in CC.	In 1 Minute exspirirte Kohlensäure in CC.	Durch eine Exspiration ausgeschieden Kohlensäure in CC.
6	5,7	3000	171	28,5
12	4,1	6000	216	20,5
24	3,3	12000	396	16,5
48	2,9	24000	696	14,5
96	2,7	48000	1296	13,5

Man kann also sagen, die absolute Menge von Kohlensäure, welch in der Zeiteinheit durch die Lunge ausgeschieden wird, steigt, wenn de procentische Gehalt an Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft abnimm Auch diess ist nur eine Folge der theoretischen Voraussetzungen. J rascher der Luftwechsel stattfindet, d. h. je frequenter die Athemzüg sind, desto mehr wird der Kohlensäuregehalt der Lungenluft herabge drückt, desto grösser aber wird dadurch der Spannungsunterschie zwischen der Kohlensäure des Blutes und jener der Lungenluft; währen also durch rasches Athmen die in den Lungen enthaltene Luft imme ärmer an Kohlensäure wird, wächst doch die absolute Menge der aus geschiedenen Kohlensäure in der Zeiteinheit, weil durch das rasche Ath men die Menge der in der Zeiteinheit ausgestossenen Luft so beträcht lich wächst, dass dadurch trotz des verminderten Procentgehaltes meh Kohlensäure ausgeschieden wird, wie unter entgegengesetzten Bedin gungen. Aus obiger Tabelle ersieht man auch, dass die auf eine

Athemzug entfallende Kohlensäure um so mehr abnimmt, je grösser die Frequenz der Athmenzüge in der Zeiteinheit war; diess bedarf keiner besonderen Erläuterung. Die absolute ausgeschiedene Menge vertheilt sich eben auf eine bedeutendere Anzahl von Transportmitteln.

Tiefe der Athemzüge.

3) Je tiefer die Athemzüge bei gleicher Zahl derselben in der Zeiteinheit, oder mit anderen Worten je bedeutender das dadurch ein- und ausbeförderte Luftvolum, desto mehr wächst die in der Zeiteinheit ausgeschiedene Kohlensäure an, und desto geringer wird der Procentgehalt der Luft an Kohlensäure (Vierordt). Letzterer erhielt bei seinen Versuchen nach dieser Richtung nachstehende Resultate:

Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. Exspirationsluft	In 1 Minute exspirirte Luft in CC.	In 1 Minute exspirirte Kohlensäure in CC.	Durch eine Exspiration ausgeschiedene Kohlensäure in CC.
12	5,4	3000	162	13,5
12	4,5	6000	270	22,5
12	4,0	12000	480	40,0
12	3,4	24000	816	68,0

Es geht hieraus hervor, dass seltenere aber tiefere Athemzüge im Allgemeinen ebenso wirken, wie häufigere aber flachere, diess ist nun selbstverständlich, denn die Athembewegungen sind eben im Stande dasselbe Luftvolumen auf diese doppelte Weise: durch häufigere aber flachere, oder durch seltene aber tiefe Athemzüge in die Luft zu führen. Bei gleichem Volumen der wechselnden Luft werden aber seltene tiefe Athemzüge die Menge der ausgeführten Kohlensäure mehr steigern, wie häufige aber flache, weil der erstgenannte Respirationsmodus die mechanische Mischung der zurückbleibenden und der eingeathmeten Luft mehr begünstigt, und gleichzeitig auch die Berührungsfläche zwischen letzterer und dem Blute vergrössert. Aus obiger Tabelle ersieht man ferner, dass mit dem Luftvolumen zwar die auf einen Athemzug entfallende Kohlensäure ansteigt, aber nicht im geraden Verhältnisse.

Gehemmtes Athmen.

4) Je länger die eingeathmete Luft in der Lunge verweilt, und je kleiner das eingeathmete Luftvolum ist, desto grösser wird der procentische Kohlensäuregehalt der Ausathmungsluft (Vierordt); dass dabei die absoluten Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure abnehmen, ist natürlich, denn es wird durch diesen Respirationsmodus der Luftwechsel auf das geringste Maass herabgedrückt, während sich der Unterschied in der Kohlensäurespannung der

Luft und der Lungen fortwährend vermindert. Aus den Versuchen vor Vierordt u. Becher ergiebt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit in dem Ansteigen der procentischen Kohlensäure mit der Zeitdauer der Athmungshemmung. In einer von Becher angestellten Versuchsreihe wurden im Mittel 4560 CC. Luft ein- und ausgeathmet; die Dauer der Inspiration betrug 2 bis 3 Secunden, jene des Zurückhaltens 0, 20, 40, 60, 80, 100 Secunden. Die Analyse der betreffenden exspirirten Luftvolumina ergab folgende procentische Kohlensäuremengen:

Zeit in Secunden	Kohlensäure in 100 Vol. exspirirter Luft	Zunahme der Kohlensäure für 20 Sec.	Nach dem Diffusionsgesetz berechnete Kohlensäure. (Stefan)	Unterschiede zwischen den gefundenen und berechneten Werthen
0	3,6		3,0	— 0,6
		2,0		
20	5,6		—	
		0,7		
40	6,3		6,7	+ 0,4
		0,9		
60	7,2		—	
		0,3		
80	7,3		7,4	+ 0,1
		0,2		
100	7,5		—	

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die Zuwüchse, welche die Dichtigkeit der Kohlensäure in gleichen Zeiten empfängt, rasch abnehmen, wenn die Zeitdauer des Zurückhaltens der Luft fortwährend wächst. Diess entspricht ebenfalls den theoretischen Voraussetzungen, denn je länger die Luft in der Lunge verweilt, desto gesättigter wird sie mit Kohlensäure und desto schwieriger erfolgt dann ein weiterer Uebertritt der Kohlensäure aus dem Blut in die Lunge; wäre vollständige Sättigung eingetreten, so könnte gar keine weitere Kohlensäure mehr aufgenommen werden. Die von Stefan aus den Diffusionsgesetzen für den gegebenen Fall berechneten Zahlen stimmen mit den gefundenen in bemerkenswerthe Weise überein. Nach den für den gegebenen Fall von Stefan entwickelten Gleichungen würde das Maximum der procentischen Kohlensäure der Lungenluft, welche dieselbe in obiger Versuchsreihe annehme konnte, 7,57 gewesen sein; bei einer Dauer des Zurückhaltens der Lu von 100 Secunden wurden aber 7,5 Proc. Kohlensäure gefunden; demnach würde nach etwa 100 Secunden die Ausgleichung der Kohlensäurespannung im Blute und der Lungenluft überhaupt erfolgen (Ludwig). Nach den Beobachtungen von Vierordt braucht ein kleineres Volume eingeathmeter Luft kürzere Zeit in der Lunge zu verweilen, um den pro

centischen Kohlensäuregehalt zu gewinnen, welchen ein bedeutenderes erst in längerer Zeit erreicht. Diess bedarf keiner Erläuterung, doch wirken dabei zwei Factoren in entgegengesetzten Richtungen, so dass das Verhältniss kein proportionales sein kann. Das grössere Luftvolum dringt tiefer in die Bläschen, mischt sich dort inniger, und um es aufzunehmen, müssen sich die Berührungsflächen zwischen der Luft und den Kohlensäure abgebenden Blutgefässnetzen ausdehnen; dieser Umstand kürzt die zur Sättigung nöthige Zeit wieder ab, während sie die Volumvermehrung an und für sich verlängert (Ludwig).

Mit Bezug auf den Einfluss der Athembewegung auf die Kohlensäureausscheidung würde die Theorie verlangen, dass die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher die Kohlensäure in die Lungenluft diffundirt, während eines ganzen Athmungsactes (In- und Exspiration, Pause) wachse mit der Zeit, während welcher der Brustkorb in der Einathmungsstellung verweilt; doch fehlt es hierüber ebenso an experimentellen Belegen, wie über den theoretisch vorauszusehenden Einfluss, den die Raumverhältnisse des Thorax ausüben.

b. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Temperatur und dem Druck der atmosphärischen Luft.

Einfluss der physikalischen Luftveränderungen.

Mit der Erniedrigung der Lufttemperatur steigt die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure (Lavoisier, Letellier, Vierordt). Den Werth dieses Einflusses macht nachstehende, aus den Untersuchungen von Vierordt gezogene Tabelle anschaulich:

Temperatur.

Mittlere Lufttemperatur 8,47 ° C.						Mittlere Lufttemperatur 19,40 ° C.					
Pulsschläge in 1 Minute	Athemzüge in 1 Minute	Exspirirtes Luftvolumen in 1 Minute in CC.	Kohlensäure in CC. in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. Exspirationsl.	Volumen einer Exspiration in CC.	Pulsschläge in 1 Minute	Athemzüge in 1 Minute	Exspirirtes Luftvolumen in 1 Minute in CC.	Kohlensäure in CC. in 1 Miute	Kohlensäure in 100 Vol. Luft	Volumen einer Exspiration in CC.
72,93	12,16	6672	299,3	4,28	548	71,29	11,57	6106	257,11	4,0	520,8

Aus mehreren hundert von Vierordt angestellten Beobachtungen ergiebt sich, dass mit zunehmender Wärme der Luft die Grösse und Zahl der Athembewegungen, sowie der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft abnehmen, während die Pulsfrequenz sich fast gleich bleibt.

Das Ansteigen der Kohlensäure bei abnehmender Lufttemperatur hat Liebig a priori gefolgert, indem er auf die Thatsache hinwies, dass im Allgemeinen mit zunehmender Wärme der Luft das Nahrungsbedürfniss bei dem Menschen abnimmt, da aber unter der Voraussetzung des gleichbleibenden Körpergewichts der Verbrauch der Aufnahme entspricht, so müsse bei höherer Temperatur eine geringere Menge von Kohlensäure im

Körper gebildet werden, und umgekehrt. Zu demselben Schlusse gelangte er durch die Erwägung, dass die Wärme unseres Körpers, trotz verschiedener Lufttemperaturen und ihrer abkühlenden Wirkung verhältnissmässig geringe Schwankungen zeigt, denn daraus müsse man schliessen, dass bei niederer Temperatur durch Abkühlung verloren gehende Wärme hier schneller ersetzt werde, als bei höherer, was aber bei der für erwiesen zu erachtenden Quelle der thierischen Wärme nur durch einen gesteigerten Stoffumsatz und dem entsprechend durch eine stärkere Kohlensäurebildung geschehen könne.

Muss man nach Allem eine beschleunigte Oxydation als die wesentliche Ursache der gesteigerten Kohlensäureausscheidung bei niederer Temperatur anerkennen, so könnte auch die gesteigerte Diffusionsgeschwindigkeit der Kohlensäure aus dem immer nahezu gleich warmen Blute in die kalte Lungenluft einen wenn auch geringen Antheil daran haben, denn nach Valentins Beobachtungen ist bei niedriger Lufttemperatur auch die Ausathmungsluft noch um einige Grade kälter, als bei hoher Lufttemperatur.

Luftdruck. Mit der Zunahme des Luftdrucks nimmt die ausgeschiedene Kohlensäure zu (St. Sage, Hervier); die Versuche von Vierordt haben keine entscheidenden Resultate ergeben, und bewegten sich innerhalb zu enger Grenzen der Luftdruckschwankungen. Obgleich vorauszusehen ist, dass der Einfluss des Luftdrucks auf die Kohlensäureausscheidung von keinem grossen Belange sein wird, so wären doch neue Untersuchungen hierüber wünschenswerth.

Einfluss der Blutmischung. c. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Blutmischung. Die Theorie verlangt, dass alles Andere gleichgesetzt, die Ausscheidung der Kohlensäure beschleunigt werden muss, wenn sich dieses Gas in Folge einer gesteigerten Kohlensäurebildung in den Geweben anhäuft. Es ist aber klar, dass auf die Verhältnisse der Kohlensäurebildung zunächst Qualität und Quantität der Nahrung, sowie alle jene Momente, welche erfahrungsgemäss den Stoffwechsel beschleunigen, von Einfluss sein werden. Die experimentelle Prüfung dieser theoretischen Postulate wird dadurch erschwert, weil zuerst zu eruiren wäre, ob die gesteigerte Ausscheidung auch wirklich Folge einer gesteigerten Bildung ist; diess lässt sich auf directem Wege nicht erreichen, da wir den Kohlensäuregehalt des lebenden Blutes nicht direct bestimmen können, auf indirectem Wege aber haben Vierordt u. Becher bei ihren Versuchen den auf die vermehrte Kohlensäurebildung entfallenden Werth der ausgeschiedenen Menge dieses Gases eruirt.

Becher benutzt als ein proportionales Maass für die Anhäufung der Kohlensäure im Blute den procentischen Kohlensäuregehalt, welchen ein gleich grosses Luftvolum annehmen kann, das zu verschiedenen Zeiten von demselben Individuum eingeathmet, und gleich lange in der Lunge zurückgehalten wurde, nachdem der Brustkorb jedesmal vor der Einathmung durch eine tiefe Exspiration auf das geringste Maass seines Inhaltes zurückgebracht wurde; ändert sich unter so gleichen Bedin-

gungen der procentische Kohlensäuregehalt der Ausathmungsluft, so kann diess nur daher rühren, weil die Spannung der Kohlensäure im Blute selbst veränderlich war. Vierordt bestimmte die in gleichen Zeiten ausgeschiedenen absoluten Gewichtsmengen der Kohlensäure. Stellte sich heraus, dass während eines gewissen Zeitraums das in der Zeiteinheit gegebene Kohlensäuregewicht vermehrt oder vermindert, der Kohlensäuregehalt des Jndividuums aber zu Beginn und zu Ende des erwähnten Zeitraums gleich geblieben war, so war selbstverständlich die Kohlensäurebildung zeitweise verändert. Einen gleichen Kohlensäuregehalt des Individuums nahm Vierordt dann an, wenn die Lunge in je zwei Zeiteinheiten gleiche Kohlensäuremengen ausgiebt, während die Folge und der Umfang der Athembewegungen dieselben sind.

Bei der Beurtheilung des Einflusses der Blutmischung, oder besser des Kohlensäuregehaltes des Blutes auf die Ausscheidung der Kohlensäure, kommt übrigens auch noch der Umstand in Betracht, dass die durch vermehrte Bildung in den Geweben im Blute sich anhäufende Kohlensäure, nach den Versuchen von Becher, keineswegs so rasch abströmt, als sie zufloss. Die sich auf diese Verhältnisse beziehenden und die Theorie bestätigenden Thatsachen sind folgende:

1) Bei Nahrungsentziehung, beim Hungern, sinkt die Menge der in der Zeiteinheit ausgeschiedenen Kohlensäure stetig, anfangs langsamer, gegen das Ende zu aber rascher (Letellier, Boussingault, Schmidt, Regnault u. Reiset). Schon das Ausfallen einer einzigen Mahlzeit setzt die Kohlensäureausscheidung nicht unerheblich herab. Nahrungsentziehung.

Dass übrigens die Kohlensäureausscheidung als ein Product der lebensnothwendigen chemischen Processe bis zum Tode fortschreitet, bedarf keiner Erörterung.

2) Bei einem Nahrungsmaass, welches das mittlere Körpergewicht unverändert erhält, steht die ausgeschiedene Kohlensäure im Verhältnisse zu dem in der Nahrung aufgenommenen Kohlenstoff. Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure ist daher grösser bei vegetabilischer Nahrung, und bei Genuss von Amylaceis, als bei dem von Fleisch und Fett. Der Grund hiervon liegt darin, weil bei vegetabilischer Nahrung, und ganz besonders bei Amylaceis, der in diesen Nahrungsmitteln enthaltene Sauerstoff hinreicht, um mit ihrem Wasserstoff Wasser zu bilden, ja bei gewissen organischen Säuren noch ein Ueberschuss von Sauerstoff vorhanden ist, während Fett einen bedeutenden Ueberschuss von Wasserstoff enthält, der einen Theil des eingeathmeten Sauerstoffs beansprucht, und weil die Albuminate nicht geradeauf in die einfachen Sauerstoffverbindungen ihrer Elemente zerfallen, indem sich ihr Stickstoff mit einem Antheil Kohlenstoff und Wasserstoff in der Form von Harnstoff, Harnsäure u. s. w. abspaltet, und durch die Nieren ausgeschieden wird. In der That haben wir auch früher schon erwähnt, dass bei einer Nahrung mit Amylaceis nahezu sämmtlicher eingeathmeter Sauerstoff in der Kohlensäure wieder austritt. Die Bedeutung der Zusammensetzung Qualität der Nahrung.

der Nahrung für die Kohlensäureausscheidung macht nachstehende Tabelle anschaulich:

In 100 Theilen nachstehender Substanzen sind enthalten	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Zur Verbrennung erforderlicher überschüssiger Sauerstoff	Von 100 Th. absorbirtem Sauerstoff sind in der Kohlensäure enthalten	100 Theile Sauerstoff oxydiren
Fett	78,13	11,74	10,13	292,14	71,32	34,23
Stärkmehl	44,45	6,17	49,38	118,52	100,00	84,37
Zucker	40,00	6,66	53,34	106,67	100,00	93,75
Aepfelsäure	41,38	3,45	55,17	82,78	110,53	120,80
Albumin	47,48	4,98	13,14	153,31	82,60	65,23
Collagen	42,52	4,47	13,59	135,56	83,64	73,77
Fleisch	46,10	4,72	13,66	147,04	83,60	68,01

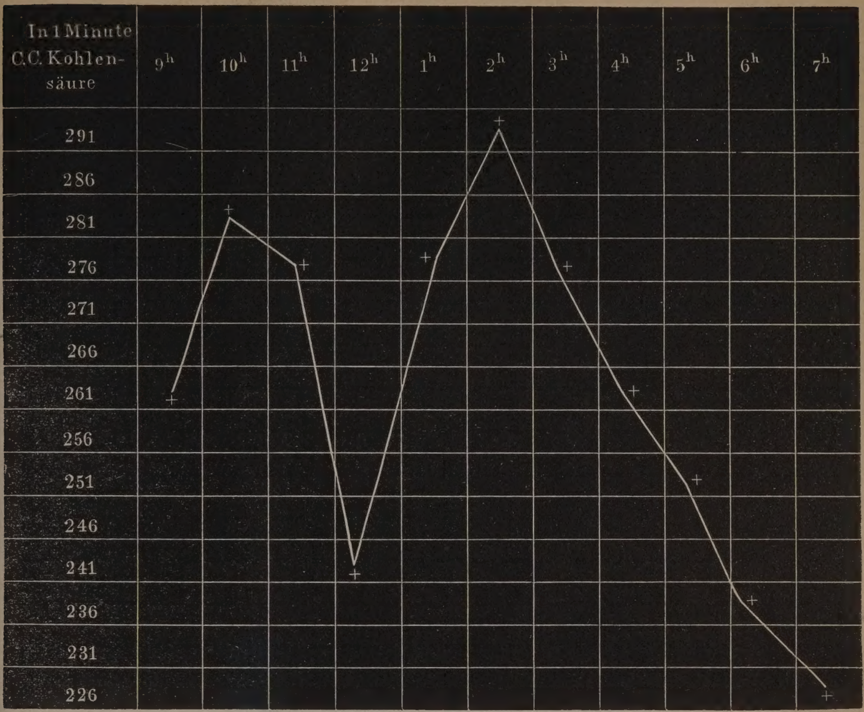
Die in der 5ten Columne enthaltenen und berechneten Zahlen sind ein annähernder Ausdruck für die durch die Beobachtungen bei Fleisch- und Pflanzenfressern wirklich gefundenen.

Verdauung.

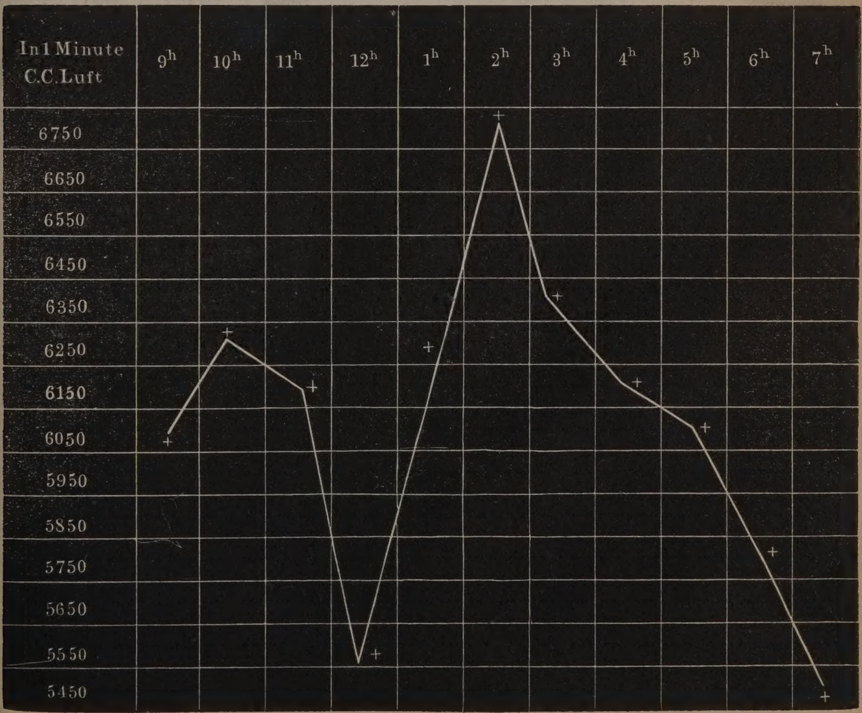
3) Die Steigerung der Kohlensäureausscheidung beginnt kurze Zeit nach der Nahrungsaufnahme, und scheint mit ihrem vollendeten Uebertritt in das Blut, 2 bis 3 Stunden nach der Mahlzeit, das Maximum zu erreichen. Die Steigerung der Kohlensäureausscheidung nach Nahrungsaufnahme ergiebt sich deutlich aus nachstehenden auf beigehefteter Tafel gegebenen graphischen Darstellungen Vierordt's, zu welchen zu bemerken ist, dass vor 9 Uhr ein Frühstück, und um $1^1/_2$ Uhr ein Mittagsmahl genommen wurde.

Man sieht das Maximum der Kohlensäureausscheidung und das Maximum des ausgeathmeten Luftvolumens zusammenfallen, wie überhaupt beide Werthe einander nahezu gleichlaufen. Nach dem Frühstück giebt sich eine Steigerung kund, von da ab fällt der Werth constant bis 12 Uhr, um nun rasch anzusteigen, und um 2 Uhr das Maximum zu erreichen; von da aber fällt er wieder, um gegen 7 Uhr Abends seinen tiefsten Stand zu erreichen. Damit stimmen im Allgemeinen die Beobachtungen von Becher über die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes des Blutes zu verschiedenen Tageszeiten überein, wie diess nachstehende, über die Zeit beschriebenen Curven beweisen. Die Ordinaten sind die zu den bezeichneten Zeiten beobachteten Kohlensäureprocente der Lungenluft. Von den beiden Curven stellt *a b* den Gang vor, wenn keine Nahrung ge-

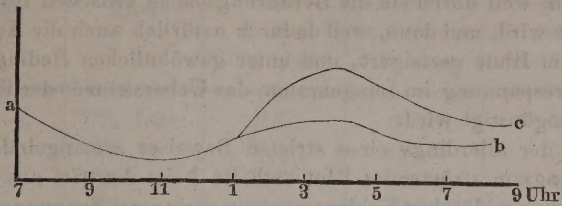
Tafel I. Ausgeathmete Kohlensäure in einer Minute.



Tafel II. Volumen der exspirirten Luft in einer Minute.



nommen, *ac* dagegen, wenn um 1 Uhr ein gewöhnliches Mittagsmahl genossen wurde.



In den Versuchen von Becher fand das Maximum der Kohlensäureausscheidung um etwa 1 Stunde später statt wie bei Vierordt. Bei einer Vergleichung der täglichen Harnstoffschwankungen S. 530 bemerkt man sogleich, dass das Maximum der Kohlensäureausscheidung einige Stunden früher fällt, wie das der Harnstoffausscheidung; beide Ausscheidungen, und wahrscheinlich auch beide Bildungen, gehen demnach einander nicht parallel.

4) Nach dem Genusse von geistigen Getränken, Thee, ätherischen Oelen soll die Kohlensäureausscheidung absolut und relativ vermindert sein (Vierordt, Prout). Diese Erfahrung liesse sich bezüglich des Alkohols mit der Theorie insofern in Einklang bringen, als der Alkohol eine wasserstoffreiche Substanz ist, doch stehen mit diesen Angaben Beobachtungen von Smith vielfach in Widerspruch, deren Lösung zukünftigen Untersuchungen überlassen bleiben muss.

Geistige Getränke, Thee etc.

d. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Muskelthätigkeit. Nach körperlicher Bewegung wird nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Scharling, Seguin, H. Hoffmann und Vierordt die in der Zeiteinheit ausgeschiedene Kohlensäure sehr bald vermehrt, und erhält sich auf dieser Steigerung stundenlang, wenn die Bewegung eine anhaltende war (Vierordt). Seit durch die Untersuchungen von Voit über den Einfluss der Bewegung auf den Stoffwechsel (vgl. S. 531) es zweifelhaft geworden ist, ob dieses Moment den allgemeinen Stoffwechsel wirklich in seiner Energie steigert, dürfte man den Grund der gesteigerten Kohlensäureausscheidung um so mehr mit Valentin darin suchen, dass die Muskeln während und auch noch längere Zeit nach ihrer Zusammenziehung viel Kohlensäure bilden. Um die vermehrt gebildete Kohlensäure zu entleeren, wächst Zahl und Umfang der Athemzüge und der Kohlensäuregehalt der Ausathmungsluft.

Einfluss der körperlichen Bewegung.

e. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von dem Blutstrom und der Beschaffenheit der Lungenwand. Es ist eine theoretische Nothwendigkeit, dass die Modalität des Blutstroms und die Beschaffenheit der Lungenwand die Kohlensäureausscheidung beeinflussen müssen. Die bezüglich des Blutstroms in Betracht kommenden Momente sind die Spannung und die Geschwindigkeit desselben.

Einfluss des Blutstroms und der Lungenwand.

Spannung des Blutstroms.

Eine vermehrte Spannung der Blutströmung muss, alles Andere gleichgesetzt, die Ausscheidung der Kohlensäure steigern, und zwar einmal deshalb, weil durch sie die Berührungsfläche zwischen Blut und Luft vergrössert wird, und dann, weil dadurch natürlich auch die Kohlensäurespannung im Blute gesteigert, und unter gewöhnlichen Bedingungen der Kohlensäurespannung im Lungenraum, das Ueberströmen der Kohlensäure in diesen begünstigt wird.

Geschwindigkeit des Blutstroms.

Unter der allerdings eines stricten Beweises ermangelnden Voraussetzung, langsam strömendes Blut enthalte beim Austritt aus den Capillaren der Lungenbläschen Kohlensäure von geringerer Spannung, wie rasch fliessendes Blut (was dadurch wahrscheinlich wird, weil langsam strömendes wohl mehr Kohlensäure abgiebt), und setzen wir in beiden Fällen die Kohlensäurespannung des arteriellen Blutes gleich, so müsste die Geschwindigkeit des Blutstroms zur Ausscheidung der Kohlensäure im Verhältnisse stehen, denn es wäre dann die mittlere Dichtigkeit oder Spannung der Kohlensäure des Blutes während des Verweilens in der Lunge bei langsamer Strömung geringer wie bei rascher.

Beschaffenheit der Lungenwand.

Die Beschaffenheit der Lungenwand wird ihren Einfluss auf die Kohlensäureausscheidung geltend machen durch das Verhältniss der Wandausdehnung zum Luftvolum, welches die Lunge fasst, ferner durch die Dicke und Qualität der Trennungsschicht zwischen Luft und Blut. So wird bei gleicher Räumlichkeit eine grossblasige emphysematische Lunge weniger Kohlensäure liefern, als eine kleinblasige. Von der Dicke der Lungenwand, ihrem Wassergehalt u. s. w. hängt der Widerstand ab, den die Kohlensäure auf ihrem Wege vom Blut in die Lungenluft findet; also muss auch hiermit die Kohlensäureausscheidung veränderlich werden.

Versuche zur Feststellung der Bedeutung dieser Verhältnisse auf die Kohlensäureausscheidung fehlen ebensowohl bezüglich der Blutströmung als auch bezüglich der Beschaffenheit der Lungenwand.

f. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von Alter, Geschlecht und anderen körperlichen Zuständen.

Alter und Geschlecht.

1) Uebereinstimmende Beobachtungen verschiedener Physiologen lehren, dass Männer durchschnittlich mehr Kohlensäure ausscheiden wie Frauen, und erwachsene Individuen mehr wie Kinder.

Die Menge der täglich excernirten Kohlensäure steigt durchschnittlich bis zum 40. bis 46. Lebensjahre, und steht im Verhältnisse zur Entwickelung des Muskelsystems (Andral u. Gavarret). Bei Kindern sind die täglich ausgeschiedenen Kohlensäuremengen geringer, wie bei Erwachsenen, allein berechnet man die ausgeschiedenen Mengen auf gleiches Körpergewicht, so ergiebt sich, dass Kinder fast doppelt so viel Kohlensäure produciren, als Erwachsene (Scharling). Alles diess gilt auch für Thiere (Regnault u. Reiset). Diese Verhältnisse macht nachstehende, Lehmann entlehnte und nach directen Versuchen berechnete Tabelle anschaulich.

Individuen	Alter	Körpergewicht in Kilogrammes	In 1 Stunde excernirte Kohlensäure in Grammes	Von 1000 Grammes Körpergewicht in 1 Stunde excernirte Kohlensäure
Knabe	$9\frac{3}{4}$ Jahre	22,0	20,338	0,9245
Mädchen	10 „	23,0	19,162	0,8831
Jüngling.	16 „	57,75	34,280	0,5887
Jungfrau	17 „	55,75	25,342	0,4546
Mann.	28 „	82,00	36,623	0,4466
Mann.	35 „	65,50	33,530	0,5119

2) Während des Schlafes findet eine sehr erhebliche Verminderung der Kohlensäureausscheidung statt (Scharling). Der Grund dieser Erscheinung dürfte wohl in der geminderten Production zu suchen sein, die ihrerseits wieder auf den während des Schlafs geringeren Stoffverbrauch zurückzuführen ist. Schlaf und Wachen.

Anderseits aber würde der Umstand, dass unmittelbar nach dem Erwachen aus dem Nachtschlafe eine sehr beträchtliche Kohlensäureausscheidung beobachtet wurde, darauf hindeuten, dass während der Nacht auch die Entleerung der gebildeten Kohlensäure unvollkommener von Statten geht.

Eine Bestätigung der Voraussetzung, dass während des Schlafes der Stoffverbrauch ein geringerer ist, ergeben die Respirationsverhältnisse der Murmelthiere während des Winterschlafs; der Sauerstoffverbrauch ist ein sehr geringer, und von dem verbrauchten Sauerstoff findet man weniger, wie während des Wachens der Thiere in der geringen Menge exspirirter Kohlensäure. Da das Gewicht des zur Bildung nicht gasförmiger Producte verwendeten Sauerstoffs grösser ist, als das der excernirten Kohlensäure, da anderseits das Thier durch Ausdünstung wenig Wasser verliert, so ergiebt sich daraus, dass das Murmelthier durch seine blosse Respiration merklich an Gewicht während des Winterschlafs zunimmt. Aber diese Zunahme ist nicht constant, weil das Thier von Zeit zu Zeit Harn lässt (Regnault u. Reiset). Winterschlaf bei Thieren.

g. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Zusammensetzung und den Eigenschaften der Einathmungsluft. Da die atmosphärische Luft als solche keine bemerkbaren Schwankungen ihrer Zusammensetzung zeigt, wenn wir von ihrem wechselnden Wassergehalte absehen, so kann nur von Gasgemengen hier die Rede sein, deren Zusammensetzung von der der atmosphärischen Luft qualitativ oder quantitativ wesentlich abweicht, oder von Versuchen mit einfachen Gasen, insofern dieselben überhaupt respirabel sind. Derartige Versuche fallen Einfluss der Zusammensetzung der Einathmungsluft.

aber bereits ausserhalb der physiologischen Grenzen, haben aber mehrfach praktisches Interesse.

Vermehrung der Kohlensäure in der Einathmungsluft.

1) In einer Atmosphäre, deren Kohlensäuregehalt ein grösserer ist, wie der der reinen atmosphärischen Luft, wird die Kohlensäureausscheidung constant vermindert sein, und zwar geht die Hemmung derselben proportional dem Gehalte der Luft an Kohlensäure, so dass schliesslich eine Stromumkehr erfolgen kann. Wir haben bereits weiter oben S. 695 erörtert, wie diess W. Müller experimentell nachgewiesen hat, und nach dem Erörterten bedarf das „Warum“ dieser Erscheinung auch keiner Erläuterung mehr; sie steht in vollkommenstem Einklange mit den Diffusionsgesetzen, und der darauf basirten Theorie der Respiration. Eine Anhäufung der Kohlensäure in der Luft, wie diess in schlecht ventilirten Räumen, auf Schiffen, in Dunsthöhlen, Gährungskellern erfolgen kann, wird sonach immer eine Anhäufung derselben im Blute zur Folge haben, wenn in einem derartigen Luftgemenge geathmet wird. Eine solche Anhäufung ist aber physiologisch gleichbedeutend mit der Unterdrückung einer anderen Excretion; durch die Sättigung mit Kohlensäure verliert das Blut allmählich die Fähigkeit, den ungestörten Verlauf der übrigen Lebensfunctionen zu vermitteln, auch scheint die Kohlensäure als ein directes Narcoticum das Nervensystem zu afficiren.

Grenzen, bis zu welchen der Kohlensäuregehalt der Luft ansteigen kann, ohne lebensgefährliche Wirkungen hervorzurufen.

Bis zu welcher Grenze der Kohlensäuregehalt der Luft ansteigen kann, ohne das Leben des athmenden Individuums ernstlich zu gefährden, ist eine Frage, die als vollkommen erledigt nicht zu betrachten ist.

W. Müller fand, dass Kaninchen beim Athmen im abgeschlossenen Raume durch die sich allmählich vermehrende Kohlensäure nicht eher afficirt werden, als bis sie etwa den dritten Theil ihres eigenen Volumens an Kohlensäure aufgenommen haben; wird dann das Athmen in dem abgeschlossenen Raume noch fortgesetzt, so beginnt die Narcose, und wenn dann das Thier über die Hälfte seines Volumens an Kohlensäure aufgenommen hat, tritt der Tod ein. Nach Cl. Bernard können Thiere in einer Luft so lange leben, bis dieselbe durch das Athmen auf einen Kohlensäuregehalt von 12 bis 18 Proc. gelangt ist. Lavoisier u. Seguin fanden, dass der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft, wenn sie wieder eingeathmet wird, bis zu 10 Proc. vermehrt werden kann; darüber hinaus nahm aber ihre Menge nicht mehr zu, und das Athmen konnte nur noch kurze Zeit mehr fortgesetzt werden.

Erfahrungsgemäss ist es übrigens, dass schon ein Gehalt von 1 Proc. Kohlensäure in der Luft bei Menschen ein merkliches Uebelbefinden hervorruft, was auch natürlich ist, da bei einem solchen Kohlensäuregehalt der Luft der Diffusionsstrom der Kohlensäure aus dem Blute in den Lungenraum schon wesentlich behindert sein muss.

Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der Einathmungsluft.

2) Eine Vermehrung des Sauerstoffsgehaltes der Einathmungsluft soll nach den Erfahrungen von Allen u. Pepys die Kohlensäureausscheidung steigern; damit sind aber die Beobachtungen von

W. Müller im Widerspruch, ebenso auch die von Regnault u. Reiset. Letztere fanden, dass wenn die Einathmung einer sehr sauerstoffreichen Luft einen Tag lang fortgesetzt wurde, der Werth der mit der Exspiration ausgeschiedenen Kohlensäure kein höherer war, wie für einen Tag, an welchem gewöhnliche atmosphärische Luft eingeathmet wurde. Da Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung in keinem physikalischen Zusammenhange stehen, und da die Oxydation einer chemischen Verbindung, vorausgesetzt, dass der dazu nöthige Sauerstoff überhaupt vorhanden ist, durch einen Ueberschuss von Sauerstoff keineswegs beschleunigt wird, so müssen die Beobachtungen von Allen u. Pepys wohl auf einem Irrthume beruhen, oder es müssen andere Gründe der Kohlensäurevermehrung in ihren Versuchen obgewaltet haben.

Athmen in reinem Sauerstoffgas.

Auch haben Regnault u. Reiset sowie W. Müller beobachtet, dass das Athmen in reinem Sauerstoffe gerade so vor sich geht, wie in gewöhnlicher atmosphärischer Luft, wodurch sich die älteren Angaben über die Wirkungen des Sauerstoffs auf die Schleimhäute, das „viermal raschere Leben“ etc. widerlegen.

Vermehrung des Stickstoffgehaltes der Einathmungsluft.

3) Eine Vermehrung des Stickstoffgehaltes der Einathmungsluft soll eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung zur Folge haben (Coutenceau, Nysten). Die Richtigkeit dieser Angabe wäre zu prüfen, jedenfalls kann die Theorie eine Erklärung dafür vorläufig nicht geben.

Athmen in einem Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff.

4) In einer künstlichen Atmosphäre, welche anstatt des Stickstoffs Wasserstoff, aber ebensoviel Sauerstoff als gewöhnliche Luft enthält, geht das Athmen ebenfalls ganz normal von statten (Regnault u. Reiset). Diess steht mit Bezug auf die Kohlensäureausscheidung mit der Theorie nicht im Widerspruch, deutet übrigens jedenfalls darauf hin, dass die Rolle des Stickstoffs im Respirationsprocesse vorwiegend eine passive ist.

Athmen im Lustgase.

5) Einathmen von Stickoxydulgas soll eine vermehrte Kohlensäureausscheidung zur Folge haben (Davy, Ph. Zimmermann); bei der specifischen Wirkung, welche dieses Gas auf Gefäss- und Nervensystem äussert, könnte die vermehrte Kohlensäurexcretion eine Folge des beschleunigten Blutumlaufes und beschleunigter Athembewegungen sein. Weitere Versuche in dieser Richtung wären jedenfalls wünschenswerth.

Athmen einer Kohlenoxyd enthaltenden Luft.

6) Ein geringer Zusatz von Kohlenoxyd zur Einathmungsluft (0,54 Proc. Leblanc, 0,6 Proc. Cl. Bernard) hebt die Respirationsthätigkeit völlig auf. Wir werden den Grund dieser Erscheinung weiter unten erörtern, vgl. übrigens S. 300.

Schwankungen in den absorbirten Mengen von Sauerstoff unter physiologischen Bedingungen.

Schwankungen in der Sauerstoffabsorption.

Seitdem man die wichtige Thatsache kennt, dass das Absorptionsmittel für den Sauerstoff im Blute ein anderes ist, wie jenes für die Kohlensäure, dass nämlich die Blutkörperchen für ersteren, und das Blutserum für letztere als Absorptionsmittel anzusehen sind, und dass auch die Art der Absorption eine ganz verschiedene ist, indem jene der Kohlensäure zum grössten Theil nach Diffusionsgesetzen erfolgt, während die des Sauerstoffs von einer chemischen Anziehung, welche von den Blutkörperchen ausgeübt wird, abhängig ist — kann von einer directen Beziehung der Sauerstoffabsorption zur Kohlensäureausscheidung nicht mehr die Rede sein, und wäre es entschieden unrichtig, vorauszusetzen, dass die Absorption des Sauerstoffs durch eine Hemmung der Kohlensäureausscheidung beeinträchtigt, und durch eine Steigerung der Kohlensäurediffusion aus dem Blut in den Lungenraum beschleunigt werde. Wie directe Versuche von W. Müller gezeigt haben, geht vielmehr die Sauerstoffabsorption auch dann noch ungehindert fort, wenn sich die Kohlensäure im Athmungsraum so angehäuft hat, dass nicht nur allein keine Kohlensäure mehr ausgeschieden, sondern vielmehr die früher ausgeschiedene wieder zurückgenommen wird. Eine gesteigerte Sauerstoffabsorption wird nach einer gegebenen Zeit immer eine reichlichere Kohlensäureausscheidung zur Folge haben, aber nicht nothwendig umgekehrt.

Genauere Untersuchungen über die Sauerstoffabsorption unter verschiedenen Verhältnissen sind nur von Regnault u. Reiset angestellt. Dieselben fanden, dass die von demselben Thiere in gleichen Zeiten absorbirten Sauerstoffmengen bedeutende Schwankungen zeigten, die keineswegs überall auf ihre wahre Ursache zurückgeführt werden konnten; diess kann nicht Wunder nehmen, da die Gesetze der Sauerstoffabsorption mit Bezug auf das Blut noch keineswegs mit einiger Schärfe ermittelt, und da uns die die chemische Anziehung beeinflussenden Momente noch so gut wie unbekannt sind.

Theoretisch können wir folgende Bedingungen für die Schwankungen in der Sauerstoffabsorption postuliren:

Einfluss des Sauerstoffgehaltes der Lungenluft.

a. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption von dem Sauerstoffgehalte der Lungenluft. Der Uebergang des Sauerstoffs aus der Lungenluft in das Blut wird so lange fortdauern, bis entweder die Blutkörperchen vollständig mit Sauerstoff gesättigt sind, oder bis der Gehalt der Lungenluft an diesem Gase so sehr vermindert ist, dass sich die chemische von den Blutkörperchen ausgeübte Anziehung und das Ausdehnungsbestreben des Sauerstoffs das Gleichgewicht halten. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Sauerstoffs nach dem Blute hin wird aber auch von der Sauerstoffspannung in der Lungenluft abhängen, denn der Sauerstoff kann nur zu den Blutkörperchen kommen, insofern er vorher das Plasma passirt hat. Wenn man berücksichtigt, dass der

Sauerstoff aus dem Blute beinahe ebenso rasch wieder verschwindet, als er davon aufgenommen wird, so erscheint es sehr fraglich, ob das Moment der Sättigung des Blutes mit Sauerstoff irgend welche praktische Bedeutung wenigstens unter normalen Lebensbedingungen beanspruchen kann. Anders aber verhält es sich mit der Sauerstoffspannung in der Lungenluft, oder, was dasselbe ist, dem Sauerstoffgehalte der Einathmungsluft; es ist klar, dass wenn derselbe so vermindert wird, dass der oben erwähnte Fall eintritt, und sich Affinität der Blutkörperchen und Expansionsbestreben des Sauerstoffs das Gleichgewicht halten, von einer weiteren Sauerstoffabsorption nicht mehr wird die Rede sein können, und daher die Respiration geradezu aufhören muss, aber auch eine bis über eine gewisse Grenze gehende Abnahme der Absorptionsgeschwindigkeit wird von nachtheiligen Folgen sein müssen, da unter diesen Voraussetzungen der Bedarf des Körpers an Sauerstoff nur unvollkommen gedeckt würde.

Aus diesen Erwägungen ergiebt sich die praktisch bedeutsame Frage, welche Mengen von Sauerstoff in einer Atmosphäre enthalten sein müssen, damit das Leben ungestört erhalten werden könne. Hierüber haben W. Müller und Regnault u. Reiset in ihren Resultaten übereinstimmende Beobachtungen gemacht. Dieselben haben im Wesentlichen ergeben, dass ein Sauerstoffgehalt der Einathmungsluft von 14,8 Proc., also von ungefähr $^2/_3$ derjenigen Menge, welche die gewöhnliche atmosphärische Luft enthält, ohne wesentlichen Einfluss auf den Respirationsprocess ist; sinkt der Sauerstoffgehalt aber auf etwa 7 Proc., so macht sich durch das Eintreten tiefer Athemzüge eine Störung bemerklich; bei 4,5 Proc. Sauerstoff ging das Athmen nur sehr schwer von statten, und bei einem Gehalte von nur 3 Proc. erfolgte der Tod des Thieres ziemlich rasch (W. Müller). Regnault u. Reiset fanden, dass ein unter 10 Proc. sinkender Sauerstoffgehalt der Einathmungsluft schon beschwerliches Athmen veranlasste, welches sich bei weiterer Abnahme des Sauerstoffs fortwährend steigerte, so dass bei 5 bis 4 Proc. die Thiere dem Tode nahe waren.

Welcher Sauerstoffgehalt der Luft zur Erhaltung des Lebens der Thiere als Minimum zu betrachten ist.

Da nun die Ausathmungsluft des Menschen unter normalen Bedingungen immer noch zwischen 14 bis 18 Proc. Sauerstoff enthält, so kann man daraus schliessen, dass die Sauerstoffspannung im Lungenraum zu allen Abschnitten der Athembewegung noch genügt, um dem Strom des Sauerstoffs in das Blut hinein die nöthige Geschwindigkeit zu geben.

Sehr bemerkenswerth ist es auch, dass, wie W. Müller und Setschenow gefunden haben, in der Lungenluft und im arteriellen Blute solcher Hunde, die durch luftdichten Verschluss der Tracea erstickt waren, aller Sauerstoff bereits verschwunden ist. Es wird daher nicht nur der im Blute bereits vorhanden gewesene Sauerstoff sehr rasch aufgebraucht, sondern auch der noch im Lungenraum befindliche ebenso rasch hinübergenommen und auch noch sofort verwendet.

Einfluss des Blutstroms.

b. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption vom Blutstrom. Wenn sich die mittlere Geschwindigkeit des Blutstroms in Folge geänderter Herzthätigkeit steigert, so wird sich auch die Zahl der Blutkörperchen mehren, die in der Zeiteinheit durch die Lungen gehen. Treten aber mehr Blutkörperchen durch die Lunge, so vergrössert sich auch die Absorptionsfläche für den Sauerstoff. Im Allgemeinen wird also die Sauerstoffabsorption der Stromgeschwindigkeit proportional gehen. Dieser Satz wird aber im Besonderen mancherlei Einschränkungen erleiden; so mindern tiefe Inspirationen die Geschwindigkeit des Blutstroms in den Lungen; je tiefer aber die Inspiration, desto länger und enger werden die Lungencapillaren, und um so mehr verkleinert sich der Durchmesser der flüssigen Plasmaschicht, welcher die Blutkörperchen von der Lungenluft trennt; wegen des geringeren Widerstandes, den unter solchen Bedingungen der Sauerstoff auf seinem Wege zu ihnen findet, wird daher die Sauerstoffabsorption trotz der geminderten Geschwindigkeit des Blutstroms durch tiefe Inspirationen gesteigert werden, und letztere können trotz einer niedrigen Sauerstoffspannung in der Lungenluft den Strom dieses Gases zum Blute lebhaft machen. Hieraus erklärt sich der Nutzen der tiefen Einathmung in sauerstoffarmer Luft (Ludwig). — Endlich kommt noch zu bedenken, dass sich bei gleicher mittlerer Geschwindigkeit des Blutstroms in der Aorta das Verhältniss derselben in den einzelnen Verzweigungen dieser Arterie sehr verschieden gestalten kann.

Einfluss der chemischen Anziehung der Blutkörperchen,

c. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption von der Stärke der chemischen Anziehung der Blutkörperchen. Dass Verschiedenheiten in der Stärke der chemischen Anziehung, welche die Blutkörperchen auf den Sauerstoff ausüben, sich geltend machen können, kann theoretisch nicht bezweifelt werden, und ebenso wenig, dass es Zustände derselben geben kann, wo sie den einmal aufgenommenen Sauerstoff fester binden. Erwiesen ist es, dass durch Kohlenoxydgas das Vermögen der Blutkörperchen, Sauerstoff aufzunehmen, vollständig aufgehoben wird, indem das Kohlenoxydgas den im Blute chemisch gebundenen Sauerstoff geradezu verdrängt, und die Blutkörperchen nun ein gleiches Volumen Kohlenoxyd aufnehmen, welches aber so fest gebunden wird, dass die Verbindung durch Sauerstoff nicht mehr aufgehoben werden kann (L. Meyer, Cl. Bernard, F. Hoppe). Aehnlich sollen mehrere Alkaloide: Morphin, Strychnin, Brucin und Alkohol wirken (Harley).

Einfluss individueller Verhältnisse.

d. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption von körperlichen Zuständen im Allgemeinen. Es versteht sich ohne Weiteres, dass allgemeine körperliche Zustände, wie Geschlecht, Alter, Verdauung, Ruhe und Bewegung die Sauerstoffabsorption beeinflussen müssen. Nach welcher Richtung diese Verhältnisse wirken müssen, ist aus allen die Energie des Respirationsacts betreffenden Angaben leicht ersichtlich,

doch fehlt es an genauerer Feststellung des Wirkungswerthes dieser Einflüsse. Nach den umfassenden, sich freilich nur auf Thiere beziehenden Beobachtungen von Regnault u. Reiset wird bei Thieren derselben Species für die Gewichtseinheit Thier von jungen Thieren mehr Sauerstoff verzehrt, als von erwachsenen, von mageren mehr wie von fetten, von kleineren Vögeln mehr wie von grösseren.

Schwankungen in den ausgeschiedenen Wasserquantitäten unter physiologischen Bedingungen.

Die mit der Ausathmungsluft austretenden Wassermengen stammen keineswegs ausschliesslich aus dem Blute, sondern wurden zum Theil schon mit der atmosphärischen Luft, die immer Wasserdampf enthält, eingeathmet. Eine genaue Ermittelung der bei der durch die Lungen vermittelten Wasserausscheidung geltenden Gesetzmässigkeiten würde daher vor Allem verlangen, den auf den Wassergehalt der Atmosphäre entfallenden Werth zu eliminiren; diess ist aber in den angestellten Untersuchungen nicht geschehen, und wo man es versuchte, ging man von einer jedenfalls in ihrer Allgemeinheit unrichtigen Voraussetzung aus, nämlich der, dass die Ausathmungsluft immer mit Wasserdampf vollkommen gesättigt sei. Es lassen sich daher die vorhandenen Beobachtungen nur in beschränkter Weise und insofern verwerthen, als sie mit den theoretischen Voraussetzungen nicht im Widerspruche stehen. Die Momente, von welchen die Werthe der innerhalb der Zeiteinheit ausgeschiedenen Wassermengen abhängig sein müssen, sind aber folgende:

1) Temperatur der Atmosphäre. Aus seinen Versuchen zieht Vierordt den Schluss, dass bei niederer Lufttemperatur die exspirirten Luftvolumina bedeutend zunehmen, und daher auch die unter diesen Verhältnissen ausgeathmeten Wassermengen grösser seien, als bei höherer Temperatur. Dieses Resultat sollte man auch von einem anderen Gesichtspunkte aus erwarten; da nämlich bei niederer Temperatur, im Winter etc., der absolute Wassergehalt der eingeathmeten Luft geringer ist, wie bei höherer, so wird dieselbe, insofern sie in den Lungen auf die mittlere Temperatur des Körpers gebracht wird, dort mehr Wasser aufnehmen. Nach Valentin sollen dagegen in der Kälte gleichviel Athemzüge weniger Wasser ausführen, als in der Wärme. *Einfluss der Lufttemperatur,*

2) Barometerstand. Da die Verdunstung wesentlich von dem Drucke, welcher auf der verdunstenden Fläche lastet, abhängig ist, so wird caeteris paribus bei niederem Barometerstande die Wasserverdunstung aus dem Blute sich steigern, bei höherem Barometerstande aber verzögert werden. Dieses Resultat kann aber durch andere gleichzeitig wirkende Einflüsse beeinträchtigt werden. So ist z. B. auf hohen Bergen die Geschwindigkeit der Wasserausscheidung gesteigert durch den niederen Luftdruck daselbst, aber sie wird jedenfalls verzögert durch die dort öfter vorhandene, relativ grössere Wassermenge der Atmosphäre. *des Barometerstandes,*

des Wassergehalts der Luft,

3) Wassergehalt der Atmosphäre. Je grösser der Wassergehalt der Atmosphäre bereits ist, desto weniger wird sie in den Lungen Wasser aufnehmen können. Diess bedarf keiner Erläuterung. Vollkommen mit Wasserdampf gesättigte warme Luft enthält aber viel mehr Wasser, als gesättigte kalte Luft; deshalb muss auch die Wasserausscheidung durch die Lungen in warmer gesättigter Luft weniger betragen, als in der Kälte, wo noch überdiess grössere Luftvolumina ausgeathmet werden (Vierordt). Diess stimmt mit den unter 1) gegebenen Voraussetzungen.

der Temperatur der Ausathmungsluft,

4) Temperatur der ausgeathmeten Luft. In einer wärmeren Exspirationsluft muss mehr Wassergas enthalten sein, als in einer weniger warmen, da mit zunehmender Temperatur die Capacität der Luft für Wassergas bedeutend steigt. Da aber nach Valentin's Beobachtungen bei sehr niederer Temperatur die Ausathmungsluft um mehrere Grade niederer temperirt ist, so wird dieser Umstand den sonst steigenden Einfluss niederer Lufttemperaturen mässigen müssen.

der Zeit, während welcher die Luft in den Lungen verweilt,

5) Zeit, während welcher die Luft in den Lungen verweilt. Je länger die Luft, welche eingeathmet wird, in den Lungen verweilt, und je länger sie daher in Berührung mit den wasserverdunstenden Flächen ist, desto mehr wird sie, alles Uebrige gleichgesetzt, Wasser aufnehmen und zwar aus doppeltem Grunde: einmal wegen der längeren Berührung, und dann, weil sie um so vollständiger sich auf die Körpertemperatur erwärmt. Damit stehen die Versuche von Valentin über den Einfluss der Zahl der Athemzüge in der Zeiteinheit auf die Wasserverdunstung im Einklange. Aus der nachfolgenden, aus seinen Versuchen construirten Tabelle geht hervor, dass das Gewicht des ausgeschiedenen Wassers abnimmt, wenn die Zahl der Athemzüge in der Minute über sechs steigt.

der Zahl der Athemzüge,

Zahl der Athemzüge in 1 Minute	In 1 Minute ausgeschiedenes Wasser in Grammes (Mittel)	Ausgeschiedenes Wasser für 1 Athemzug in Grammes (Mittel)	Zahl der Beobachtungen
5	0,287	0,057	6
6	0,297	0,049	30
12	0,246	0,021	30
24	0,261	0,010	30
36	0,197	0,005	3
40	0,205	0,005	2

Es wäre wünschenswerth, dass in obigen Versuchen auch die exspirirten Luftvolumina berücksichtigt wären, denn a priori sollte man erwar-

ten, dass wenn auch die durch raschere Athemfolge in der Zeiteinheit ausgeschiedenen Wassermengen geringer sind, sie doch in einem bestimmten Verhältnisse zu dem exspirirten Luftvolum stehen müssten, denn:

6) Alles Uebrige gleichgesetzt, muss, je mehr Luft ausgeathmet wird, desto mehr Wasser exspirirt werden. der exspirirten Luftvolumina.

Die Respirationsverhältnisse bei pathologischen Zuständen sind noch nicht genauer gekannt. Die von Scharling, Hannover, Malcolm, Hervier, Doyère u. A. ausgeführten Versuche haben im Allgemeinen eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung in Krankheiten ergeben, aber sonst wenig sichere Ergebnisse geliefert. Respiration in Krankheiten.

Die Respirationsverhältnisse bei Thieren sind im Allgemeinen denen des Menschen entsprechend, übrigens beziehen sich viele der über die Respiration gemachten Angaben auf Versuche an Thieren. Respiration bei Thieren.

Die Verhältnisse der inneren Respiration sind noch unaufgeklärt; dass aber der Gaswechsel zwischen Geweben und Blut von ähnlichen Bedingungen abhängig sein müsse, wie jener zwischen Blut und Atmosphäre, geht aus dem parallelen Gange beider und ihrer in der Natur der Sache liegenden gegenseitigen Abhängigkeit hervor. Innere Respiration.

B. Hautathmung und Gesammtgaswechsel.

Die Verhältnisse der Hautathmung, d. h. des durch die Oberhaut des Thierkörpers vermittelten Gaswechsels waren wiederholt Gegenstand der Untersuchung, doch sind sie demungeachtet keineswegs so aufgeklärt, wie es zu wünschen wäre. Sicher ist, dass durch die Haut Wasserdunst und Kohlensäuregas ausgeschieden werden, und mindestens wahrscheinlich, dass auch Sauerstoff durch die Haut absorbirt wird. Regnault u. Reiset schlossen ganze Thiere, den Kopf ausgenommen, in einen luftdichten Sack ein, und leiteten durch denselben einen Luftstrom. Nach einem gewissen Zeitraume wurde die Luft, in welche die Perspiration stattgefunden hatte, analysirt, und dabei gefunden, dass wenn man annahm, dass der Stickstoff durch das Hautathmen keine Veränderung erlitten habe, aus der Luft gerade so viel Sauerstoff verschwunden war, als der in derselben enthaltenen Kohlensäure entsprach. Bei von Gerlach angestellten Versuchen fand derselbe den Sauerstoff der Luft, in welcher das Thier perspirirte, in seinem Verhältniss zum Stickstoff so beträchtlich vermindert, dass eine ganz ausserordentliche Stickstoffausscheidung durch die Haut hätte erfolgt sein müssen, wenn sich hieraus das veränderte Sauerstoffverhältniss hätte erklären sollen. Gerlach's Resultate weichen aber darin von denen Regnault's u. Reiset's ab, dass er das Volumen des aufgenommenen Sauerstoffs viel geringer fand, wie das der ausgeschiedenen Kohlensäure. Hautathmung und Gesammtgaswechsel.

Die in der Zeiteinheit, z. B. einer Stunde, von der Haut gelieferte Kohlensäuremenge fanden Regnault u. Reiset bei Thieren im Vergleiche zu der während derselben Zeit aus der Lunge ausgehauchten gering. Die Versuche von Scharling an Menschen stimmen in ihren Resultaten so ziemlich mit denen von Regnault u. Reiset überein, wie nachstehende Tabellen ergeben.

In der Zeiteinheit durch die Haut ausgeschiedene Kohlensäuremengen,

a. bei Thieren,

Regnault und Reiset.

Thier	Körpergewicht	Versuchsdauer in Stunden	Kohlensäure in Grammes		Verhältniss beider, die Kohlensäure der Lungenathmung = 1 gesetzt
			durch die Haut in 1 Stunde	durch die Lunge in 1 Stunde	
Huhn	1940	8h 40″	0,336	18,62	0,018
		7h 30″	0,076	16,13	0,0047
		8h 45‴	0,164	18,70	0,0087
Kaninchen . . .	2425	8h 25	0,358	20,63	0,0173
		7h 75	0,197	19,38	0,0102
Hund	4159	7h 83	0,136	39,15	0,0035
		8h 50	0,176	42,50	0,0041

Die procentische Zusammensetzung der durch die Hautperspiration veränderten Luft fanden Regnault u. Reiset wie folgt:

Thier	Versuchsdauer	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Huhn	8 Stunden	0,27	20,76	78,97
Kaninchen . . .	8 Stunden	0,36	20,55	70,09
Hund	8h 10″	0,29	20,67	79,04

Für den Menschen kam Scharling zu nachstehenden Zahlen:

b. beim Menschen.

Scharling.

Thier	Alter	Körpergewicht in Kilogrammes	Kohlensäure in Grammes	
			durch Haut und Lunge in 1 Stunde	durch die Haut in 1 Stunde
Knabe	9¾ Jahre	22,0	20,338	0,181
Jüngling	16 Jahre	57,75	34,280	0,181
Mann	28 Jahre	82,0	36,623	0,373
Mädchen	10 Jahre	23,0	19,162	0,124
Frau	19 Jahre	?	?	0,272

Die durch die Haut in der Zeiteinheit abgegebenen Wassermengen gestalten sich jedenfalls sehr bedeutend, doch sind darüber keine besonderen Bestimmungen vorhanden. Man hat vielmehr nur den Gesammtwasserverlust inclusive des tropfbar flüssigen Wassers, d. h. des Schweisses, bestimmt. Das Gesammtgewicht des täglichen Stoffverlustes durch die Hautausdünstung wird auf 500 bis 800 Grm. veranschlagt; dass davon die grösste Menge auf das Wasser trifft, bedarf nach obigen Tabellen keiner weiteren Erläuterung.

Versuche über die Schwankungen in den ausgeschiedenen Kohlensäuremengen unter verschiedenen physiologischen Bedingungen fehlen fast durchaus. Nach Gerlach soll sich die Kohlensäureausscheidung durch die Haut steigern mit der Muskelanstrengung und der steigenden Temperatur der Atmosphäre.

Die Wasserausscheidung durch die Haut befindet sich zu jener durch die Lungen insofern in einem Gegensatze, als der Wasserverlust beim Hautathmen um so bedeutender sein wird, je grösser die Capacität der umgebenden Luft für Wasserdampf ist, und je entfernter diese Luft von ihrem Sättigungspunkte steht. Beide Zustände aber finden sich erfahrungsgemäss zur Mittagszeit und im hohen Sommer vereinigt. Im Uebrigen aber wird die Wasserausscheidung durch die Haut von ähnlichen Bedingungen abhängig sein, wie die durch die Lungen.

Gesammtgaswechsel.

Ueber den Gesammtgaswechsel bei Thieren sind von Regnault u. Reiset höchst wichtige und umfassende Untersuchungen ausgeführt. Aus diesen Untersuchungen und aus denen einiger anderer Physiologen lassen sich folgende allgemeine Sätze ableiten, die von praktischer Bedeutung sind.

1) Aus dem Thierkörper wird Kohlensäure, Wasserstoff, für gewöhnlich auch Stickstoff und Kohlenwasserstoffgas ausgeschieden; letzteres Gas

stammt wahrscheinlich aus dem Darmcanal, und beträgt ausserordentlich wenig.

2) Die Qualität und Quantität der ausgeschiedenen und aufgenommenen Gase steht in innigster Beziehung zur Nahrung. Stickstoff wird in beträchtlichster Menge nach reiner Fleischdiät, in geringer Menge nach dem Genusse von Brod ausgestossen; während des Hungerns wird Stickstoff aus der Luft aufgenommen.

Von der gesammten Menge des aufgenommenen Sauerstoffs ist nach Brodnahrung bis zu 0,9, nach Fleischnahrung und beim Hungern bis zu 0,7, und nach fettreicher Nahrung 0,6 in der ausgeschiedenen Kohlensäure wieder enthalten. Diese Verhältnisse wurden bereits bei der Lungenathmung erörtert.

3) Bei zureichender Nahrung und sonst gleichen Umständen steigt die Menge des absorbirten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure dem Körpergewicht nicht genau proportional. Namentlich bilden leichtere Säugethiere im Verhältnisse zu ihrem Körpergewicht viel mehr Kohlensäure, als schwerere und grössere.

4) Anstrengungen der Muskeln steigern sehr rasch die ausgeschiedenen Kohlensäuremengen, oft bis zu dem 5fachen ihres Mittelwerthes.

5) Unterdrückung der Hautausdünstung alterirt den Gesammtgaswechsel nicht merklich. Dieses Ergebniss deutet darauf hin, einerseits dass die Lungen in diesem Falle vicarirend eintreten, und dann, dass der Tod, den man nach Anwendung eines luftdichten Verschlusses erfolgen sah, anderen Gründen zugeschrieben werden muss, als der Störung des Wechsels der Gase.

Bezüglich der Methoden, die bei den Untersuchungen über Respiration in Anwendung gekommen sind, verweisen wir auf die Lehrbücher der Physiologie, namentlich jene von C. Ludwig u. Valentin.

Literatur.

Literatur zur Respiration. Lavoisier et Seguin: Mém. de l'Acad. de Paris 1790. — H. Davy: Researches chemical and philos. chiefly concerning nitrous oxyde and its respiration. London. — Allen and Pepys: Philos. Transact. 1808 u. 1809. Schweigger's Journ. V. 182. — Prout: Schweigger's Journ. XV. 60. — Scharling: Ann. d. Chemie u. Pharm. XLV. 214, ibidem LVII. 1. — Andral et Gavarret: Recherches sur la quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon. Paris 1843. — Valentin u. Brunner: Arch. f. physiol. Heilkunde II. 273. — Vierordt: Physiologie des Athmens, Karlsruhe 1845. — Hannover: De quantitate acidi carbonici ab homine sano et aegroto exhalati Havniae, 1845. — Letellier: Compt. rend. XX. 794. — Zimmermann: Commentat. inaugur. de respiratione nitrogenii oxydulat. Marburgi 1844. — v. Erlach: Versuche über die Perspiration einiger mit Lungen athmender Wirbelthiere, Bern 1846. — Regnault u. Reiset: Recherches chimiques sur la respiration des animaux de diverses classes. Paris 1849. Ann. d. Chem. u. Pharm. LXXIII. 92, 129—257. — Becher: Studien über die Respiration. Züricher Mittheilungen 1855. — W. Müller: Beiträge zur Theorie der Respiration: Wiener akad. Sitzungsber. XXXIII. Bd. 99. — Vgl. ausserdem: C. Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. 462; Valentin: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. I. Bd. 534; Lehmann: Lehrb. der physiol. Chemie. 2te Aufl.

3d. III. 284. — Derselbe: Zoochemie. 621. — Schöffer: Ueber die Kohlensäure les Blutes und ihre Ausscheidung mittelst der Lunge. Wiener akad. Sitzungsber. 3d. XLI.

Thierische Wärme.

Dem Gesetze der Erhaltung der Quantität der Materie, welches nachweist, dass alle stofflichen Veränderungen der wägbaren Materie immer nur auf veränderter Gruppirung der Moleküle beruhen, und die Elemente der im Bereiche der Erde befindlichen zusammengesetzten Atome weder vernichtet noch neu erzeugt werden können, steht das Gesetz der Erhaltung der Kraft zur Seite. Dieses wichtige und erst in neuerer Zeit wissenschaftlich genauer begründete Gesetz lehrt, dass auch Kräfte weder vernichtet, noch spontan, d. h. aus Nichts, neu erzeugt werden können, dass vielmehr das scheinbare Verschwinden derselben nichts weiter wie eine Umsetzung in andere ist.

Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Wenn in irgend einer Maschine durch Reibung oder Stoss eine Bewegung verloren geht, wenn also ein Theil der Kraft: die Geschwindigkeit, scheinbar verschwindet, so entsteht Wärme, und zwar eine der verlorenen Geschwindigkeit entsprechende Wärmemenge, und wenn wir umgekehrt durch Wärme eine Maschine in Bewegung setzen, so verschwindet mit der gewonnenen mechanischen Bewegung eine entsprechende Wärmemenge. Mechanische Bewegung kann in Wärme, und Wärme in mechanische Bewegung umgesetzt werden (mechanisches Aequivalent der Wärme). Hieraus ergiebt sich aber, dass die Wärme kein Stoff, sondern selbst nur eine besondere Art von Bewegung sein kann, denn es berechtigt uns nichts, anzunehmen, dass durch den Verlust eines Stoffes Bewegung, oder dass durch den Verlust einer Bewegung ein Stoff entstehen könne.

Wenn aber die Wärme eine Bewegung ist, so kann sie nach dem Principe der Erhaltung der Kraft nur dann entstehen, wenn ein wägbarer oder unwägbarer Körper seine Geschwindigkeit einbüsst, oder wenn Kräfte als solche verschwinden, welche obwohl sie selbst keine Bewegung sind oder wenigstens nicht zu sein scheinen, dennoch eine ruhende Masse in Bewegung versetzen können (Spannkräfte). Derartige Kräfte sind aber ein Attribut der verbrennlichen chemischen Verbindungen, denn durch ihre Verbrennung, ihre Oxydation, werden sie entweder befähigt, wägbare Massen zu bewegen, oder sich und ihre Umgebung zu erwärmen: die Oxydation, die Verbrennung und Affinitätswirkungen überhaupt sind eine Wärmequelle, aber nicht etwa in dem Sinne, dass dadurch Wärme primitiv geschaffen würde, sondern deshalb, weil dadurch Spannkräfte verschwinden, und in Wärme und mechanische Arbeit umgesetzt werden.

Anwendung dieses Gesetzes auf die Quellen der Wärme überhaupt und der thierischen Wärme insbesondere.

Diese Gesetze enthalten den Schlüssel zur Erklärung des Ursprunges der thierischen Wärme.

Eigenwärme des Thierkörpers;

Der lebende Thierkörper besitzt eine innerhalb ziemlich enger Grenzen schwankende von der der Umgebung unabhängige Temperatur in allen Theilen, in welche arterielles Blut und durch dieses der in der Respiration aufgenommene Sauerstoff gelangen kann. Haare, Wolle, Federn besitzen keine eigenthümliche Temperatur. Die mittlere Temperatur des menschlichen Körpers beträgt beim Erwachsenen 37 bis 38° C., beim Kinde etwa 39° C.; die Eigenwärme der Vögel ist bedeutender wie die des Menschen und der Säugethiere, jene der Amphibien und Fische bedeutend niedriger, aber immer höher wie jene des umgebenden Mediums.

Innerhalb sehr enger Grenzen aber bietet die Temperatur gewisse Schwankungen dar, die für die Deutung des Ursprunges der thierischen Wärme von grosser Bedeutung sind, und auf die wir weiter unten zurückkommen werden.

sie muss abhängig sein von im lebenden Körper selbst liegenden Ursachen.

Da die Temperatur des lebenden Thierkörpers von jener seiner Umgebung unabhängig ist, und sich nahezu gleich bleibt, gleichgültig ob das Thier in der gemässigten Zone, am Aequator oder an den Polen lebt, und trotzdem dass es in kalten Klimaten Wärme abgeben muss, und zwar um so mehr, je kälter die Umgebung ist, — so muss sie von im Körper selbst vorhandenen Bedingungen abhängig sein; ihre Quelle muss im lebenden Körper selbst liegen. Nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft kann sie aber unmöglich dort primitiv erzeugt werden, sondern sie muss entweder die Folge einer in Wärme umgesetzten Bewegung, oder des Verschwindens von Spannkräften sein.

Sieht man sich nun nach den im lebendigen Leibe thätigen Kräften um, aus deren Umsetzung die thierische Wärme hervorgehen kann, so wird man ohne Weiteres dahin geführt, als eine mögliche Quelle derselben die chemischen Vorgänge des Stoffwechsels zu betrachten. Wir haben bereits an anderem Orte ausführlich gezeigt, dass das Leben sich durch einen fortwährenden Stoffverbrauch charakterisirt, welcher im Ganzen als ein grossartiger Oxydationsprocess aufzufassen ist (vgl. S. 50), der durch den eingeathmeten und im Blute absorbirten Sauerstoff vermittelt wird. So lange das Leben währt, in jedem Zeitabschnitte desselben findet diese Wechselwirkung zwischen den Bestandtheilen unseres Leibes, den Elementen der zum Ersatze des Verlorenen aufgenommenen Nahrung, und zwischen dem aufgenommenen Sauerstoff statt. Leben und damit Kraftentwickelung verlangt chemische Umsetzungen; Affinitätswirkungen, insbesondere Oxydationsvorgänge aber erzeugen, wie längst bekannt, Wärme, sie sind eine Wärmequelle.

Die Quelle der thierischen Wärme sind die chemischen Vorgänge des Stoffwechsels.

Obgleich dieser Satz eines besonderen Beweises nicht bedarf, und obgleich bei näherer Ueberlegung sich sofort einem Jeden die Ueberzeugung aufdrängen muss, dass die das Leben kennzeichnende langsame Verbrennung der organischen Materie, die Ueberführung complexer sauerstoffarmer Atomgruppen in sauerstoffreiche eine bedeutende Verminderung des Spannkraftsvorrathes des Organismus, oder, was im gegebenen Falle

dasselbe ist, eine bedeutende und constante, gleichzeitig aber auch eine gleichmässige Wärmeentwickelung zur Folge haben muss, so geht doch aus solchen Erwägungen keinenfalls noch hervor, dass die chemischen Vorgänge des Stoffwechsels, oder, wenn man will, der Stoffwechsel selbst die einzige Wärmequelle des lebenden Thierkörpers seien.

Lavoisier, der ein glänzendes Beispiel dafür ist, wie weit ein Genie seiner Zeit voraneilen kann, war der erste, welcher die thierische Wärme als Folgeerscheinung des Stoffwechsels aufzufassen versuchte, aber, was bei dem damaligen Zustande der Kenntnisse der chemischen Vorgänge im Thierkörper nicht wohl anders möglich war, er fasste den Vorgang zu enge auf, indem er als alleinigen Heerd der Oxydation die Lungen, und sonach die Respiration ansah.

Seither nun haben alle Fortschritte in der Erkenntniss der stofflichen Seite des Lebensprocesses nur dazu beigetragen, die Ueberzeugung, dass in der That die chemischen Vorgänge als einzige Wärmequelle des Thierkörpers anzusehen sind, mehr und mehr zu stützen. Dass es dabei bis in die neueste Zeit an Widerspruch nicht gefehlt hat, ist eine Erscheinung, die sich auf dem Gebiete aller wissenschaftlichen Fragen beständig wiederholt, und die, so lange eine streng wissenschaftliche Lösung derselben noch fehlt, nicht nur allein nicht vom Uebel, sondern vielmehr insofern von grossem Vortheil ist, als sie fortwährende Anregung zur Aufsuchung neuer Beweise und zur Schärfung der Geister giebt. Gerade im vorliegenden Falle hat der Widerspruch das wichtige Resultat erzielt, dass alle geführten Discussionen, alle physiologischen Beobachtungen nur dazu gedient haben, darzuthun, dass keine andere Quelle für die thierische Wärme aufgefunden werden kann, natürlich vorausgesetzt, dass man dabei von einem exact wissenschaftlichen Standpunkte ausgeht, und nicht etwa an die Stelle von Thatsachen und Inductionsbeweisen Phrasen und luftige Hypothesen setzen will. Da sich mechanische Bewegung in Wärme umsetzen kann, so liegt es nahe, zu versuchen, die thierische Wärme von der mechanischen Arbeit abzuleiten, welche der Thierkörper leistet. Allein bei näherer Ueberlegung zeigt es sich sofort, dass dieser Versuch einfach auf dieselbe Wärmequelle zurückführt. Alle in dem lebendigen Leibe vorgehenden mechanischen Wirkungen, wodurch die Bewegung der Organe und ihrer Glieder vermittelt wird, die willkürlichen Muskelbewegungen, die durch Nerveneinfluss vermittelten Bewegungserscheinungen, die durch Muskelbewegung hervorgerufene Reibung, die Bewegung der thierischen Flüssigkeiten in den Gefässen und ihre Reibung an den Wänden der letzteren, sind begleitet und abhängig vom Stoffwechsel. Alle diese Apparate schöpfen ihre Befähigung zur Erzeugung von lebendiger Kraft aus derselben Quelle wie die Wärme, und in dem Maasse, in welchem sie mechanische Bewegungserscheinungen hervorbringen, muss die Befähigung der Materie zur Bildung freier Wärme abnehmen. Bei heftigen Muskelanstrengungen, die eine äussere Arbeit hervorbringen, muss die Wärmeabgabe daher verhältnissmässig kleiner, d. h. ein kleinerer

Es kann eine andere Quelle dafür nicht aufgefunden werden.

Bruchtheil der als chemische Spannkraft aufgenommenen Kraft werden. Der Widerspruch dieses Satzes mit der täglichen Erfahrung, dass die thierische Wärme nach Muskelanstrengungen steigt, ist nur ein scheinbarer, denn es steigt damit auch die Zufuhr an Sauerstoff und der Verbrauch an Brennmaterial, d. h. an Nahrungsmitteln, mit anderen Worten, es macht sich dabei das Bedürfniss geltend, den Wärmeverlust durch eine gesteigerte Production derselben zu decken. Muskelbewegungen, welche durch die eingeleitete Reibung Wärme erzeugen, können ferner nur entstehen durch eine Aufwendung derjenigen Kräfte, welche als Spannkräfte in den sich chemisch umsetzenden Atomgruppen enthalten waren, es entsteht demnach auch die Reibungswärme nur auf einem Umwege aus der latenten Wärme des Materials des Stoffwechsels, indem die letztere sich zuerst in eine Bewegung des Muskels, und diese wieder in eine solche des Blutes, der Gelenke u. s. w. umsetzte, welche durch die wärmeerzeugende Reibung zur Ruhe kam.

Zu keinem anderen Resultat würde der Versuch führen, die galvanischen Ströme, insofern sie im Thierkörper vorhanden sind, als Wärmeerzeuger zu betrachten, denn es fehlt uns jeder Anhaltspunkt dafür, diese Ströme selbst aus einer anderen als aus chemischer Quelle abzuleiten, dasselbe gilt von der Wärmeentwickelung des erregten Nerven u. s. f. Die Versuche, aus denen Brodie und Chossat folgern wollten, dass die thierische Wärme vom organischen Verbrennungsprocess unabhängig sei, genügen den Anforderungen wissenschaftlicher Kritik in keiner Weise, und wenn sie sagen, die thierische Wärme stehe lediglich unter dem Einflusse der Thätigkeit der Nervencentralorgane, oder jenem des Hirns auf Rückenmark und mittelbar auf die Geflechte des Sympathicus, so setzen sie einfach Worte an die Stelle von Begriffen, denn es ist klar, dass damit eine Erklärung der thierischen Wärme nicht gegeben ist.

Es stehen alle physiologischen Thatsachen damit im Einklange.

Nicht allein nach dem Principe der Ausschliessung kommt man aber zu dem Resultate, dass die Quelle der thierischen Wärme in den chemischen Vorgängen des Stoffwechsels gesucht werden müsse, sondern es entsprechen dieser theoretischen Voraussetzung auch alle bisher constatirten physiologischen Thatsachen. Die thierische Wärme zeigt, wie bereits wiederholt erwähnt wurde, geringe Schwankungen, die etwa einen Grad beim erwachsenen Menschen betragen können, bei Thieren aber von noch grösserem Betrage sind. Von den Gründen dieser Schwankungen, die mannigfache und zum Theil rein physikalische sind, wollen wir hier nur diejenigen hervorheben, die mit der Frage des Ursprunges der thierischen Wärme in Zusammenhang stehen.

1) Die täglichen Schwankungen der Wärmeintensität eines und desselben Thieres gehen denen der Athemgrösse und Kohlensäureausscheidung, sowie auch der Harnstoffausscheidung parallel. In der Nacht nimmt die Kohlensäureausscheidung, zugleich aber auch die Wärme ab, und erreichen beide hier ihren tiefsten Stand, nach der Hauptmahlzeit aber erreichen sie ihr Maximum; ähnlich verhält sich die Harnstoffaus-

scheidung, nur dass bei dieser das Maximum ein paar Stunden später sich einstellt, wie bei der Kohlensäureausscheidung.

2) Bei längerem Hungern, welches den Gaswechsel in den Lungen so beträchtlich herabsetzt, die Absorption des Sauerstoffs auf ein geringeres Maass herabdrückt, und überhaupt ein stetiges Sinken der Energie des Stoffwechsels zur Folge hat, nimmt auch die Körperwärme ab.

3) Die Wärme steht in einem bestimmten Verhältnisse zur Menge des absorbirten Sauerstoffs. Nach den Versuchen von Regnault und Reiset absorbirt ein Kilogramm Kaninchen in 1 Stunde 0,914 Grm. Sauerstoff, ein Kilogramm Huhn aber 1,186 Grm. Sauerstoff. Die mittlere Körperwärme des Kaninchens beträgt aber 38° C., die des Huhns 43,9° C. Der höheren Temperatur des Huhns geht also ein lebhafterer Stoffwechsel parallel, da das höher temperirte Thier in der Zeiteinheit durch Abkühlung mehr Wärme verliert, und folglich einen lebhafteren Stoffwechsel nöthig hat, um seine höhere Temperatur zu behaupten. Einen ähnlichen Zusammenhang der Intensität des Stoffwechsels und der Wärmebildung mit der Grösse und der Lebensweise verschiedener Thierspecies haben durch zahlreiche Untersuchungen Bergmann u. Leuckart nachgewiesen.

4) Mit der höheren Eigenwärme der Vögel gegenüber jener der Säugethiere geht überall ein lebhafterer Gaswechsel, und daher auch ein lebhafterer Stoffumsatz parallel.

5) Kinder und junge Thiere produciren auf die Einheit des Körpergewichts beinahe doppelt so viel Kohlensäure als Erwachsene, demgemäss ist auch ihre Eigenwärme eine höhere.

6) An allen Stellen des Körpers, in welche Blut gelangt, wird Wärme erzeugt, da überall der Sauerstoff in Berührung mit oxydablen Substanzen kommt; in den Capillaren des grossen Kreislaufs aber, welche die functionirenden Organe durchziehen, wird die wärmeerzeugende Thätigkeit eine lebhaftere sein, da der Sauerstoff des Blutes hier vorzugsweise die durch die Function der Organe schon chemisch afficirten und zur Oxydation besonders disponirten Stoffe antrifft. Hiermit stimmt die Erfahrung überein, da, wo die lebhaftesten chemischen Processe vor sich gehen, scheinen auch die Hauptheerde der thierischen Wärme zu liegen.

So ist die Temperatur in den Speicheldrüsen zur Zeit ihrer Secretion eine höhere, das Blut der Vena cava ascendens, welches aus den grossen Unterleibsdrüsen, wo ein lebhafter Stoffwechsel stattfindet, kommt, ist immer noch wärmer, wie das der Arterien, trotzdem dass sich in jener Vene neben dem aus den Baucheingeweiden stammenden Blute auch noch das aus den kälteren unteren Extremitäten zurückkehrende sammelt, u. s. f.

7) Das gesteigerte Nahrungsbedürfniss bei in der kalten Zone lebenden Thieren und Menschen steht im Zusammenhange mit der Nothwendigkeit, den durch die stärkere Abkühlung erfolgenden Wärmeverlust durch eine gesteigerte Zufuhr zu decken. Mit dem Wärmeverlust durch Abkühlung steigt nämlich die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs,

es müssen daher die zur Verbindung mit diesem Sauerstoff nöthigen Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff in einem proportionalen Verhältnisse zunehmen, es muss Brennmaterial herbeigeschafft werden. Abkühlung des Körpers bedingt sonach ein grösseres Maass von Speise, wir decken den Wärmeverlust durch Einleitung eines lebhafteren Stoffwechsels, oder, was dasselbe ist, wir erzeugen Wärme durch Stoffwechsel.

So gewichtig aber auch alle diese Gründe für die Wärmeerzeugung durch die chemischen Processe des Stoffwechsels sprechen, und so wenig es möglich ist, sie auf eine andere Weise zu deuten, so geben sie doch keineswegs einen streng wissenschaftlichen Beweis dafür. Ein solcher würde erst dann auf dem Wege des Experiments und Calculs geliefert sein, wenn es gelänge, nachzuweisen, dass die in der Zeiteinheit producirte Wärmemenge mit derjenigen übereinstimmt, welche durch die in derselben Zeiteinheit stattgefundenen chemischen Umsetzungen theoretisch geliefert werden konnte, oder, was auf dasselbe hinausläuft, wenn bewiesen werden könnte, dass die bei den chemischen Processen im Organismus verlorene chemische Spannkraft genau dieselbe Kraftgrösse ist, wie die gesammten Kraftausgaben des Organismus, oder die von ihm ausgegebene Wärme vermehrt nun die von ihm verrichtete Arbeit.

Versuche, die Richtigkeit der Theorie durch Experiment und Calcul zu beweisen.

Versuche in dieser Richtung sind mehrfach angestellt, und haben zu wichtigen Resultaten geführt, demungeachtet aber ist durch sie der Beweis noch keineswegs als vollkommen erbracht anzusehen. Der Grund ist einfach der, weil man dabei von Voraussetzungen ausging, welche nicht vollkommen zutreffend sind.

Dulong u. Despretz, welche die umfassendsten Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt haben, verglichen die von einem Thiere in der Zeiteinheit gelieferte Wärmemenge mit derjenigen, welche aus der Verbindung des in derselben Zeiteinheit absorbirten Sauerstoffs mit dem Kohlen- und Wasserstoff zu Kohlensäure und Wasser hervorgehen konnte.

Voraussetzungen, von denen Dulong u. Despretz bei ihren Experimenten ausgingen.

Sie gingen daher zunächst von der Voraussetzung aus, dass die gesammte von einem Thiere innerhalb einer gegebenen Zeit gelieferte Wärmemenge das Product der Oxydation des Kohlenstoffs und Wasserstoffs sei, und die Vergleichsgrösse für die von dem Thiere factisch gelieferte Wärmemenge suchten sie in der Summe der Wärmeeinheiten, welche durch die Verbrennung des freien Kohlenstoffs und des freien Wasserstoffs gebildet werden und die zuerst von Lavoisier, später von Favre u. Silbermann bestimmt wurden. Unter Wärmeeinheit versteht man aber eine Zahl, welche diejenige relative Menge von Wärme ausdrückt, die erfordert wird, um eine Gramme, ein Pfund, oder auch wohl ein Kilogramm Wasser von 0⁰ auf 1⁰, oder auch wohl von 0⁰ auf 100⁰ zu erwärmen.

Damit waren aber mehrere weitere hypothetische Voraussetzungen gegeben. Man setzte voraus, dass die in den organischen Verbindungen der Nahrung enthaltenen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome gerade so viel Wärmeeinheiten im thierischen Verbrennungsprocess ausgeben, als wären sie im

freien Zustande verbrannt. Man nahm ferner an, dass alle gebildete Kohlensäure sich in der Ausathmungsluft wiederfinde, und dass, da der absorbirte Sauerstoff endgültig nur zur Kohlensäure- und Wasserbildung verwendet werde, man den zur Wasserbildung verwendeten Theil des absorbirten Sauerstoffs finden müsse, wenn man den in der ausgeathmeten Kohlensäure enthaltenen Sauerstoff von dem ganzen verschwundenen Sauerstoff abziehe; man fügte endlich zu dieser Unterstellung noch den weiteren Zusatz, dass der Sauerstoff, welcher in den organischen Verbindungen des Thierkörpers und der Nahrungsmittel bereits als Bestandtheil enthalten ist, so angesehen werden müsse, als habe er einen ihm entsprechenden Wasserstoffantheil der Verbindung bereits zu Wasser verbrannt; um ein Beispiel zu wählen, wenn man die bei der Verbrennung des Zuckers frei werdende Wärme berechnen wollte, so hätte man nur die Verbrennungswärme für den Kohlenstoff zu finden, da der Sauerstoff des Zuckers mit dem Wasserstoffe desselben geradeauf schon Wasser bildet, oder allgemein ausgedrückt, um die latente Wärme einer Verbindung zu berechnen, habe man eine ihrem Sauerstoffgehalt entsprechende Wasserstoffmenge abzuziehen. Endlich ergab sich als weitere Voraussetzung nach allem Diesen von selbst, dass die Zahl der Wärmeeinheiten, welche die Gewichtseinheit eines Atoms oder einer Atomgruppe beim Uebergange aus einer niedereren in eine höhere Oxydationsstufe entwickelt, gänzlich unabhängig sei von der Art und Zahl der Mittelstufen, welche zwischen den beiden Endgliedern gelegen sind. Diese Voraussetzung war absolut nothwendig, denn man konnte auch zur Zeit der Versuche von Dulong u. Despretz unmöglich annehmen, dass die unmittelbaren Producte der thierischen Verbrennung Kohlensäure und Wasser seien. Aber eine Gramme Stearinsäure z. B. gebe, wenn sie durch Sauerstoff endgültig zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, immer dieselbe Wärmemenge, gleichgültig, ob die Verbrennung in einem Acte, oder in der Art geschieht, dass sich noch mancherlei Zwischenproducte, niedere Glieder der Fettsäurereihe u. s. w., einschieben, bevor die Endproducte: Kohlensäure und Wasser, gebildet sind.

Verfahren von Dulong u. Despretz.

Mit Zugrundelegung dieser Voraussetzungen bestanden die Versuche von Dulong u. Despretz im Wesentlichen darin, dass man ein Thier in einen Calorimeter brachte, und maass, welche Wärmemenge es darin in einer gegebenen Zeit nach aussen abgab. Man verglich ferner die in diesem Zeitraume in der Exspirationsluft auftretende Kohlensäuremenge mit der während derselben Zeit absorbirten Sauerstoffmenge, und stellte nun nachstehende Berechnung an. Der Sauerstoff, der sich in der Kohlensäure nicht wiederfand, war zur Wasserbildung verwendet, und daher durch Rechnung die Menge des gebildeten Wassers zu finden. War nun die in der Kohlensäure enthaltene Kohlenstoffmenge $= m$, und die im berechneten Wasser enthaltene Wasserstoffmenge $= n$, so berechnete man die Wärmemenge, welche bei der Verbrennung von m Gewichtstheilen freien Kohlenstoffs, und von n Gewichtstheilen freien Wasserstoffs ent-

wickelt werden, addirte diese beiden Grössen, und verglich nun diese Summe mit der von dem Thiere innerhalb der gegebenen Zeit factisch entwickelten Wärmemenge. Das Resultat dieser Versuche war, dass die so berechnete Wärmemenge immer geringer ausfiel, wie die wirklich gefundene. Für 100 Thle. wirklich abgegebene Wärme ergab sich als Mittel zahlreicher von Dulong angestellter Versuche 75,2 berechnete Wärmemenge, während sich in den von Despretz angestellten Beobachtungen das Mittel der berechneten Wärmemenge auf 81,1 Proc. der direct gefundenen stellte.

Resultat der Versuche von Dulong u. Despretz.

Später ergab sich, dass die von Dulong bei den Berechnungen benutzten von Lavoisier bestimmten Zahlen für die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs (7237,5 für den Kohlenstoff, und 22170 für den Wasserstoff) zu niedrig waren, und dass auch Despretz, der die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs mit demselben Calorimeter bestimmte, in welchem nachher die thierische Wärme gemessen wurde, zu niedrigeren Zahlen kam, wie diejenigen sind, die mit grosser Genauigkeit und mittelst der vollkommensten Methoden später von Favre u. Silbermann gefunden wurden (Despretz 7914,2 C u. 23640 H, — Favre u. Silbermann 8080 C und 34462 H), allein wenn man auch die Dulong'schen Resultate mittelst der Favre-Silbermann'schen Zahlen umrechnet, was bei den Despretz'schen deshalb nicht zulässig ist, weil er bei der Bestimmung der Verbrennungswärme denselben Fehler machte, wie bei der Bestimmung der thierischen Wärme, so ist das Resultat doch wesentlich dasselbe; man erhält nur etwa $^{19}/_{20}$ der wirklich gefundenen Wärme durch die nach Dulong-Despretz'schen Principien durchgeführte Berechnung.

Dasselbe war die Folge von theilweise unrichtigen Voraussetzungen.

Dieses zur Zeit als die Versuche veröffentlicht wurden Vielen überraschende Resultat kann bei dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr in Verwunderung setzen. Niemand wird darin einen Beweis sehen, dass die thierische Wärme nur zu $^{19}/_{20}$ von chemischen Vorgängen hervorgerufen wird, oder dass überhaupt nur ein Theil derselben auf diese Quelle zurückgeführt werden kann, ja wir dürfen sagen, dass wir heute in den von Dulong u. Despretz erhaltenen Zahlen einen stärkeren Beweis für die Theorie erblicken müssen, wie wenn das berechnete Resultat mit dem gefundenen völlig übereingestimmt hätte, denn dann wüsste man mit Bestimmtheit, dass das Resultat unmöglich ein richtiges sein konnte.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass auf dem von Dulong und Despretz eingeschlagenen Wege die Gesammtwärme nicht gefunden werden konnte, die aus chemischen Umsetzungen im Körper entwickelt wird, da einige der Voraussetzungen, auf denen sie fussten, entschieden unrichtig sind, und zwar fast durchgängig nach einer Seite hin, die eine Unterschätzung der gelieferten Wärme zur Folge haben musste.

Wir bemerken aber sogleich, dass eine ihrer Annahmen, deren Zulässigkeit früher vielfach bestritten wurde, dieser Vorwurf gerade nicht trifft; es ist die, wonach die durch eine Verbrennung entwickelte Wärme-

menge dieselbe bleibt, gleichgültig, ob derselbe Körper sofort zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, oder ob die Verbrennung in mehreren Phasen geschicht, und dabei mannigfache Zwischenproducte geliefert werden.

Die Richtigkeit dieser Voraussetzung ist nicht nur allein auf empirischem Wege gefunden, sondern sie ist auch eine nothwendige Folgerung der mechanischen Wärmetheorie. Denn nach dieser Theorie ist die messbare Wärme nichts Anderes als die lebendige Kraft, welche durch den Unterschied an Spannkräften im unverbrannten und verbrannten Körper frei werden kann. Dieser Unterschied ist aber natürlich nur abhängig von dem Zustande des in die Verbrennung eintretenden, und des aus ihr hervortretenden Atomes oder Atomcomplexes, unabhängig dagegen von den Mittelgliedern. Es verhält sich hierbei Alles gerade so, wie mit der Arbeit, welche durch den freien Fall eines Körpers geliefert werden kann; dieselbe wird bekanntlich nur bestimmt durch die Fallhöhe, nicht aber dadurch, ob der Körper auf einmal, oder in Absätzen aus der gegebenen Höhe herunterfällt.

Kritische Betrachtung dieser Voraussetzungen.

Nicht so stichhaltig sind aber andere Voraussetzungen. Man sieht sogleich, dass Dulong u. Despretz ihr ganzes Verfahren, durch welches sie die vom Thiere gelieferte Gesammtwärme berechnen wollen, auf die Annahme begründen, dass dieselbe nur von der Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs durch den eingeathmeten Sauerstoff geliefert, und dass sämmtliche Kohlensäure durch Lunge und Haut ausgeschieden werde etc.; aber wenn wir hier auch davon absehen wollen, dass letztere Annahme nicht mehr als völlig richtig angesehen werden kann, seitdem Planer nachwies, dass auch mit dem Harn diffundirbare Kohlensäure wenn auch in geringer Menge austritt, — so ist doch diese Grundlage einfach durch den Umstand erschüttert, dass, wie Regnault u. Reiset wiederholt gefunden haben, die ausgeathmete Kohlensäure zuweilen mehr beträgt, wie dem absorbirten Sauerstoff entspricht.

Dieser Fall tritt nach den Beobachtungen von Barral dann ein, wenn der Sauerstoff in den Nahrungsmitteln mehr beträgt, als zur Ueberführung des Wasserstoffs derselben in Wasser nöthig ist; der Ueberschuss desselben kann dann in einem solchen Falle noch zur Kohlensäurebildung verwendet werden.

Da nun Dulong u. Despretz das gebildete Wasser dadurch finden, dass sie denjenigen Theil des absorbirten Sauerstoffs, der nicht in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten ist, an Wasserstoff treten lassen, so wird in einem solchen Falle die Berechnung in doppelter Weise im Stiche lassen.

Noch folgenreicher ist aber der Irrthum, der darin liegt, dass Dulong u. Despretz annehmen, die Albuminate und Albuminoide: Albumin, Fibrin, Collagen etc., trügen durch ihre Umsetzung im Lebensprocesse zur Entwickelung der thierischen Wärme nur insofern bei, als sich von ihnen in den Respirationsproducten auftretende Kohlensäure und Wasser abspaltet. Es kann nicht bezweifelt werden, dass ein erwach-

senes Thier, welches vollständig ernährt wird, die ganze Masse der in seinen Nahrungsmitteln enthaltenen ternären: aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Stoffe geradeauf zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, allein die stickstoffhaltigen Nahrungs- und Körperbestandtheile erleiden nur zum Theil eine vollständige Verbrennung, zum anderen Theil werden sie in der Form weniger complicirter und sauerstoffreicherer, aber immer noch quaternärer Verbindungen, als Harnstoff, Harnsäure u. s. w. ausgeschieden. Es ist nun aber in keiner Weise begründet, anzunehmen, dass bei der Ueberführung der Albuminate in Harnstoff, eine Verbindung, welche als eine viel stabilere angesehen werden muss, und in welcher die Elemente in viel innigerer Berührung gedacht werden müssen, wie in Albumin oder Leim, nicht ein Spannkraftsverlust stattfinden sollte; vielmehr ist es wahrscheinlich, dass dieser Vorgang von einer Wärmeentwickelung begleitet sein wird, zu welcher nachher noch die Wärme kommt, welche beim Verbrennen des übrig bleibenden Kohlenstoffs und Wasserstoffs frei wird. Nur dieser letztere Antheil aber tritt in den Zahlen von Dulong u. Despretz als Summand auf. Diese Bedenken gewinnen an Gewicht, wenn man berücksichtigt, dass der Harnstoff als das Amid der Kohlensäure angesehen, also gewissermaassen als an Stickstoff gebundene Kohlensäure betrachtet werden muss: dass er das Radical der Kohlensäure enthält; er enthält also selbst schon verbrannten Kohlenstoff. Diese soeben angestellten Betrachtungen finden in den Experimenten von Dulong u. Despretz eine auffallende Bestätigung. Wenn man die Berechnung der thierischen Wärme, wie es Dulong u. Despretz gethan, nur auf diejenigen Verbrennungsproducte gründet, die im Respirationsprocess zum Vorschein kommen, so wird man von der Gesammtwärme den Theil zu gering anschlagen, der vom Umsatze der Albuminate herrührt. Ein fleischfressendes Thier führt nun verhältnissmässig mehr solcher Stoffe mit seinen Nahrungsmitteln ein, wie ein Pflanzenfresser, und man wird also bei einem Fleischfresser nach der Dulong'schen Berechnungsweise die gesammte aus chemischen Processen abgeleitete Wärme um einen grösseren Bruchtheil unterschätzen, als bei einem Pflanzenfresser. Diess ergeben aber in der That die von Dulong u. Despretz erhaltenen Zahlen.

Ein weiterer gewichtiger Einwand gegen die angewandte Methode erwächst aus dem Umstande, dass dabei von der Voraussetzung ausgegangen wird, dass der Sauerstoff, welcher in den organischen Verbindungen als Bestandtheil bereits enthalten ist, so angesehen werden müsse, als habe er einen ihm entsprechenden Wasserstoffantheil bereits verbrannt, so dass also beim Zucker, ebenso aber auch bei anderen Kohlehydraten nur der Kohlenstoff bei der Berechnung der Verbrennungswärme in Betracht käme. Diess muss aber schon a priori ebensowohl vom chemischen, als auch vom physikalischen Gesichtspunkte aus bezweifelt werden. Denn keine einzige chemische Thatsache berechtigt uns dazu, in Kohlehydraten, wie freilich ihr Name erwarten liesse, den Wasserstoff und

Sauerstoff bereits zu Wasser vereinigt, oder, was dasselbe ist, verbrannt vorauszusetzen, noch viel weniger aber kann diess für jene Verbindungen gelten, die Sauerstoff und Wasserstoff nicht im Verhältniss des Wassers enthalten, denn dann wären alle diese Verbindungen einfach Hydrate von Kohlenwasserstoffen, während doch nur in sehr seltenen Fällen und auf den bestimmten Grund ihres chemischen Verhaltens hin eine derartige Molekularconstitution angenommen werden darf. Fassen wir zu weiterer Erläuterung dieser Verhältnisse zunächst ein Kohlehydrat ins Auge, so ist es mehr wie wahrscheinlich, dass in dem Molekül desselben Sauerstoff- und Wasserstoffatome einander noch nicht so nahe sind, wie in einem wirklichen Wassermolekül. Verhält es sich aber so, so muss bei der Verbrennung durch die weitere Annäherung dieser in dem brennenden Moleküle schon enthaltenen Atome, indem sie nun wirklich zu Wasser zusammentreten, eine erste Verminderung der Spannkraftssumme, und folglich Freiwerden von Wärme stattfinden, wenn auch nicht in demselben Betrage, wie wenn ein freies Wasserstoffatom mit einem freien Sauerstoffatom zu Wasser zusammentritt. In demselben Processe aber trennen sich nun die Kohlenstoffatome von den Wasserstoff- und Sauerstoffatomen, was der Theorie nach von einem Verschwinden an Wärme, d. h. von einer Vermehrung der Spannkraftssumme begleitet sein muss; weiterhin aber kommen zu den Kohlenstoffatomen Sauerstoffatome aus dem absorbirten Sauerstoff, und treten damit zu Kohlensäure zusammen, was nun wahrscheinlich einer ebenso grossen Verminderung der Spannkraftssumme entspricht, wie wenn ebenso viel freie Kohlenstoffatome vollständig verbrannt wären. Die gesuchte Gesammtänderung der Spannkräfte bei der Verbrennung eines Kohlehydrats ist demnach die algebraische Summe von drei Summanden: zwei davon mit negativen Vorzeichen entsprechen einer Verminderung der Spannkraftssumme, und hiervon ist die eine nur, nämlich die Verbrennungswärme einer gegebenen Anzahl von Kohlenstoffatomen, als bekannt anzusehen, während die andere: die bei dem wirklichen Zusammentreten des Wasserstoffs und Sauerstoffs frei werdende Wärme ihrem Werthe nach unbekannt ist, — der dritte Summand mit positivem Vorzeichen, einer Spannkraftsvermehrung bei der Trennung des Kohlenstoffs vom Wasserstoff und Sauerstoff entsprechend, ist ebenfalls unbekannt, und nur wenn die entgegengesetzten Vorzeichen in ihrem Werthe sich gerade aufheben würden, würde das Gesammtresultat dasselbe sein, wie wenn wirklich nur der Kohlenstoff allein Wärme geliefert hätte. Dass aber diess in der Regel nicht der Fall ist, ergiebt sich aus folgender Betrachtung.

Bei der Verbrennung von 1 Gramm Traubenzucker müsste nach dem Dulong'schen Principe nur so viel Wärme frei werden, als sich bei der Verbrennung von seinem Kohlenstoffgehalt bildet, d. h. 2973 Wärmeeinheiten. Lässt man aber eine Gramme Traubenzucker gähren, so wird schon eine beträchtliche Wärmequantität frei, indem ein Theil seines Kohlenstoffs mit Sauerstoff zu Kohlensäure zusammentritt, und es entstehen

0,455 Grm. Alkohol; diese aber nun für sich verbrannt, liefern nach Favre u. Silbermann allein schon 3268 Wärmeeinheiten. Diese letzteren müssen aber jedenfalls schon in dem Gramm Zucker vorhanden gewesen sein, und es folgt daraus, dass bei Zucker das berechnete Resultat weit unter dem beobachteten bleiben muss.

Diese theoretischen Bedenken sind durch die Experimentaluntersuchungen von Favre u. Silbermann völlig gerechtfertigt. Diese haben ergeben, dass die Verbrennungswärme, welche einfache Atome oder Atomgruppen von einer und derselben chemischen Zusammensetzung liefern, von der Molekularconstitution abhängig ist. So geben die verschiedenen allotropischen Modificationen des Kohlenstoffs, so geben isomere und polymere Verbindungen ganz ungleiche Wärmemengen bei ihrer Verbrennung, und es kann die Summe der Wärmeeinheiten, welche bei der Verbrennung eines Atomcomplexes frei werden, nicht abgeleitet werden aus der bekannten Wärmemenge, welche die in dem Atomcomplexe enthaltenen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome für sich geben würden, wenn sie im freien Zustande verbrannt wären. Im Allgemeinen gilt die Regel, dass die mit anderen schon verbundenen Atome weniger Wärme ausgeben, wie die freien.

Es ist klar, dass hierdurch die oben gegebenen theoretischen Voraussetzungen ihre volle Bestätigung finden, und dass es die erste Bedingung wäre, die bei der Verbrennung der zum Aufbau des Thierkörpers verwendeten organischen Verbindungen frei werdenden Wärmeeinheiten direct zu bestimmen; diess ist aber nur für sehr wenige Stoffe von Favre u. Silbermann geschehen. Beispielsweise führen wir hier nur an, dass nach der Dulong'schen Hypothese 1 Grm. Stearinsäure 9905 Wärmeeinheiten geben müsste (als Wärmeeinheit hier wie in allen niedergelegten Angaben diejenige Wärmemenge betrachtet, welche 1 Gramm Wasser zugeführt werden muss, um seine Temperatur von 0^0 auf $+ 1^0$ zu erhöhen), während sie nur 9716,5 Wärmeeinheiten wirklich liefert.

Nach diesen Erörterungen erscheint es nicht mehr überraschend, dass die von Dulong u. Despretz berechneten Werthe hinter den gefundenen zurückblieben, denn wenn es auch sicher ist, dass bei den im Organismus stattfindenden Umsetzungen auch Verhältnisse stattfinden, bei denen eine Vermehrung der Spannkraftssumme stattfindet, so dass nach dem Dulong'schen Verfahren die Berechnung der factisch gelieferten Wärme überschätzt wurde, so sind doch jene Fehler der Methode von entschieden grösserem Betrage, welche die entwickelte Wärme zu gering anschlagen liessen, und es musste daher das berechnete Resultat durchschnittlich zu geringe Werthe geben. Wir wollen dabei gar nicht in Anschlag bringen, dass auch bei der Vereinigung von Säuren mit Basen, bei der Bildung saurer und basischer Salze aus neutralen Wärmeentwickelung stattfinden muss, die bei der Dulong'schen Methode ebenfalls nicht in Berechnung kommt.

Wir werden daher wohl dem berühmten Physiker Regnault beipflichten dürfen, der ebenfalls nicht bezweifelt, dass die thierische Wärme gänzlich durch die chemischen Vorgänge im Organismus hervorgerufen werde, wohl aber, ob es bei der verwickelten Natur der Erscheinungen und bei der Menge unbekannter Grössen je gelingen werde, dieselben der Rechnung unterwerfen zu können.

Indirecte Methode zur Bestimmung der Wärmequellen.

Eine indirecte Methode, die Wärmequellen des Organismus zu bestimmen, d. h. die Summe der im ganzen Lebensprocesse verbrannten Stoffe wurde zuerst von Boussingault angewendet, und soll hier besonders auch deshalb Erwähnung finden, weil dieselbe Methode später zu sehr wichtigen Untersuchungen über die Ernährung und Statik des Stoffwechsels gedient hat. Diese Methode besteht in der Vergleichung der aufgenommenen Nahrungsmittel mit den Excrementen bei einem Thiere, dessen Gewicht während des Versuchs keine Veränderung erfahren hat. Ein Beispiel wird den Werth und die Genauigkeit der Methode erläutern.

Eine Taube von 186,585 Grm. Gewicht	nahm in 24 St. auf	Wasser als Getränk	6,378 Grm.
		frischen Hirse	16,063 „
			22,441 Grm.
	Gab aus an Excrementen		8,230 „
Die Nahrungsmittel in 24 Stunden enthielten	Getrunkenes Wasser		6,378 „
	16,063 frischer Hirse enthalten	Wasser	2,249 „
		Feste Stoffe . . .	13,814 „
oder näher:			
Die Nahrungsmittel in 24 Stunden enthalten	Freies Wasser		8,627 „
	Feste organische Stoffe		13,458 „
	Anorganische Stoffe		0,356 „
			22,441 Grm.
Die in 24 Stunden abgegebenen Excremente enthalten	Freies Wasser		5,007 „
	Feste organische Stoffe		2,862 „
	Anorganische Stoffe		0,361 „

Es sind also durch Haut und Lungen ausgetreten:

In 24 Stunden	Wasser	3,620 Grm.
	Organische Stoffe	10,596 „

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff
Die durch die Nahrungsmittel aufgenommene organische Substanz bestand aus	6,365	0,869	5,769	0,455 Grm.
Die mit den Excrementen ausgegebene aus	1,294	0,163	1,109	0,296 „
Folglich bestand der zersetzte durch Haut und Lungen ausgeschiedene Rest aus	5,071	0,706	4,660	0,159 Grm.

Der Kohlenstoff war natürlich als Kohlensäure, der Wasserstoff als Wasser, und der Stickstoff im freien Zustande ausgehaucht. Durch directe Bestimmung ergab sich, dass die Taube in einer Stunde 0,209 Grm. Kohlenstoff durch Haut und Lunge als Kohlensäure abgab. Der 24ste Theil der indirect gefundenen Zahl ist aber 0,211 Grm. Nach den Favre-Silbermann'schen Zahlen entsprechen aber 5,071 Grm. C 41004,1 Wärmeeinheiten, 0,706 Grm. H aber 24330,2 Wärmeeinheiten, also ergäbe sich für die in den Respirationsproducten auftretenden Kohlenstoff- und Wasserstoffatome die Gesammtverbrennungswärme = 65334,3 Wärmeeinheiten.

Die weiteren Beziehungen der thierischen Wärme gehören in das Gebiet entweder der reinen Physiologie oder der physiologischen Physik.

Literatur zur Theorie der thierischen Wärme: Eine vollständige und übersichtliche Erörterung aller hierher gehörigen Fragen findet sich in: A. Fick: Die medicinische Physik. Braunschweig 1856. S. 162. — Vergl. ausserdem Gavarret: Physique médicale. Paris 1854. — Helmholtz: Artikel „Thierische Wärme" in der Berliner med. Encyclop., und G. Nasse in R. Wagner's Handwörterb. d. Phys. Bd. IV. S. 1. — C. Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. S. 732. — Von besonderen Quellen führen wir an: Lavoisier: Phys. chem. Schriften. 1785. Bd. III. — Legallois: Mémoire sur la chaleur des animaux. Ann. de chim. et de phys. 1817. T. IV. — Dulong: Ann. de chim. et de phys. 3. Sér. T. I. 1841. — Despretz: Ebendas. T. XXVI. p. 337. — J. Liebig: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie. 1te Aufl. Braunschweig 1842; 3te Aufl. 1846. — Derselbe: Chemische Briefe. 4te Aufl. 1859. 2ter Bd. S. 8. — Favre et Silbermann: Ann. de chim. et de phys. 3. Sér. T. XXXIV u. XXXVI. — F. Nasse: Verbrennung und Athmen. 1846.

Chemie der Ernährung.

Unter dieser Ueberschrift handeln wir ab: die chemischen Verhältnisse der Nahrungsmittel, ihrer Verdauung und Assimilation, und die chemische Statik des Stoffwechsels, d. h. die Bilanz der Einnahmen und Ausgaben des thierischen Haushaltes. Es kann bei der Betrachtung dieser Functionen natürlich nur das Berücksichtigung finden, was direct oder indirect auf Affinitätswirkungen zurückführt, auch werden wir uns in der Schilderung des hierher Gehörigen mehrfach auf an anderen Orten Erörtertes beziehen können.

Nahrungsmittel.

Nahrungsmittel.

Das Leben ist Stoffverbrauch. Durch Haut und Lunge, durch Nieren und Darm treten fortwährend beträchtliche Mengen wägbarer Stoffe aus dem Körper, die, wenn das Leben erhalten werden soll, durch Zu-

fuhr von aussen wieder ersetzt werden müssen. Diess geschieht durch die Nahrungsmittel.

Im weitesten Sinne verstehen wir unter Nahrungsmitteln solche Stoffe, welche, von aussen eingeführt, den Wiederersatz des Verlorenen leisten.

Der Körper aber verliert Wasser, er verliert Albuminate und Albuminoïde, er verliert Fette, und er verliert endlich anorganische Salze. Wasser und anorganische Salze treten als solche wieder aus, die Albuminate aber werden in Kohlensäure, Wasser, Harnstoff, Harnsäure u. s. w. umgesetzt, die Fette grösstentheils zu ihren Endproducten verbrannt ausgeführt.

Es ist aber eine dem Thierorganismus zukommende und bereits an anderen Orten hervorgehobene Eigenthümlichkeit (S. 35, 37 und 39), dass ihm das Vermögen, einfachere Atomgruppen zu complexeren zu vereinigen, oder mit anderen Worten sich die Bestandtheile seines Leibes synthetisch aus Elementen oder einfachen Verbindungen zu construiren, abgeht. Das zum Ersatze des Verlorenen Bestimmte muss dem letzteren nicht allein gleichwerthig, sondern auch gleichartig sein, er muss in seiner Nahrung die Bestandtheile seines Leibes bereits fertig gebildet erhalten. Eine Ausnahme aber auch nur bis zu einem gewissen Grade macht das Fett, insofern wenigstens unter bestimmten Verhältnissen ein Theil aus Kohlehydraten und möglicher Weise aus Albuminaten erzeugt werden kann.

Nothwendige Bestandtheile der vollständigen Nahrung.

Hieraus ergiebt sich von selbst, dass die vollständige Nahrung des Thieres wird enthalten müssen:

Albuminate, Fette oder Fettbildner (Kohlehydrate), die anorganischen Stoffe, die Bestandtheile des Thierkörpers sind, und Wasser. Da der Körper auch fortwährend Albuminoïde verliert (Mucin, Colla- und Chondrigen, Keratin), so könnte es scheinen, dass auch diese dem Körper als solche zugeführt werden müssten, allein wir haben bereits an anderem Orte gezeigt, dass diese Stoffe selbst schon der regressiven Stoffmetamorphose insofern angehören, als sie im Organismus durch Austritt von Kohlenstoff, durch Oxydation aus den Albuminaten entstehen (S. 130 und 145).

Der Beweis aber, dass die weiter oben genannten Stoffe wirklich als solche in der Nahrung enthalten sein müssen, ist empirisch aufs Vollständigste erbracht durch die Erfahrung, dass Thiere verhungern, wenn ihnen eine Nahrung gereicht wird, welche diese Stoffe nicht enthält.

Begriff der Verdaulichkeit.

Ein Gehalt der Nahrung an diesen wesentlichen Bestandtheilen genügt aber in seiner Allgemeinheit noch keineswegs, um dieselbe für eine ihrem Zweck entsprechende zu erklären; vielmehr tritt noch als weitere Bedingung hinzu: die einzelnen Bestandtheile der Nahrung müssen darin in einer Form enthalten sein, in welcher sie von den verdauenden Säften in Blutbestandtheile umgewandelt werden können. Näher erläutert setzt diese Bedingung voraus, dass die Nahrungsstoffe durch die Verdauungssäfte gelöst oder absorbirbar gemacht werden, und namentlich nicht von unlöslichen oder undurchdringlichen Hüllen umgeben sein dürfen. Da

endlich die Nahrungsmittel, mit Ausnahme der Salze, sich gegen die Nerven indifferent verhalten, so müssen sie nervenerregende (schmeckende, beissende, brennende etc.) Zusätze erfahren (Gewürze). Denn nur damit wird es möglich, die Verdauungssaftdrüsen, die unter dem Einfluss der Nerven absondern, zur Bidung einer genügenden Menge verdauender Säfte zu veranlassen.

Unterscheidung von Nahrungsmitteln und Nahrungsstoffen.

Aus dem Gesagten folgt ohne Weiteres die Nothwendigkeit einer Unterscheidung von Nahrungsmitteln und Nahrungsstoffen. Unter Nahrungsmitteln wird man nur solche Stoffe verstehen können, welche Repräsentanten aller zum Ersatz des Verlorenen nöthigen Stoffgruppen enthalten, also Substanzen, die Albuminate, Fette oder Fettbildner, die anorganische Salze und Wasser enthalten. Albuminate, Fette oder Fettbildner für sich, anorganische Salze und Wasser für sich aber sind Nahrungsstoffe.

Die Wichtigkeit der Unterscheidung ergiebt sich daraus, weil das physiologische Experiment lehrt, dass keine einzige dieser Stoffgruppen für sich, und auch nicht zwei oder drei derselben das Leben zu erhalten vermögen. Für das Wasser, welches wir in einer doppelten Weise, als Getränk und als Bestandtheil der festen oder flüssigen Speisen zu uns nehmen, bedarf diess keines besonderen Beweises, aber auch Albuminate für sich vermögen das Leben nicht zu erhalten. Tiedemann und Gmelin fütterten eine Gans mit gekochtem Eiweiss. Das Thier, welches bei Beginn des Versuchs 8 Pfund und 1 Unze wog, starb am 46sten Tage, und hatte vor dem Tode nur noch ein Gewicht von $4^1/_4$ Pfund. Hunde, welchen gekochtes Eiweiss vorgesetzt wurde, verschmähten diesen Nahrungsstoff völlig, trotz des quälendsten Hungers, sie frassen aber Faserstoff; trotzdem aber, dass sie während einer langen Versuchsdauer täglich 500 bis 1000 Grm. Faserstoff zu sich nahmen und verdauten, nahm ihr Gewicht doch constant ab, die Magerkeit wuchs von Tag zu Tag, und endlich erfolgte der Tod unter den Erscheinungen der Inanition (Magendie als Berichterstatter einer Commission). Aehnliche Erfahrungen wurden mit Leim gemacht. Bei den Versuchen einer Pariser Commission frassen die Hunde den Leim entweder gar nicht, oder sie frassen ihn zwar, aber mit keinem anderen Erfolge, als dass sie unter den Erscheinungen des Hungertodes zu Grunde gingen.

Die Versuche, welche mit Kohlehydraten, mit Fetten, mit Albuminaten und anorganischen Salzen, mit Fetten, Kohlehydraten und anorganischen Salzen, mit Albuminaten, Fetten und Kohlehydraten, sonach in den verschiedensten Combinationen angestellt wurden, hatten alle den gleichen Erfolg, sie lieferten den Beweis, dass zur Erhaltung des Lebens eines Thieres dasselbe in seiner Nahrung alle vier Gruppen von Nahrungsstoffen erhalten muss.

Anderseits aber besteht nicht Alles, was wir mit unseren Speisen und Getränken dem Magen zuführen, aus Nahrungsstoffen. So sind im Fleische elastische Fasern enthalten, welche an und für sich unverdaulich, auch nicht im chemischen Sinne unter den Begriff der Nahrungsstoffe fallen, ebenso wenig ist das Kreatin als ein solcher zu betrachten, die Aepfelsäure der Kartoffeln, der Sand des Brotes, die riechenden und schmeckenden Speisenbestandtheile, die Gewürze u. s. w. Alle diese Stoffe tragen, wenn sie auch, wie z. B. die Gewürze, gewisse andere Zwecke erfüllen, direct zum Ersatz des Verlorenen nichts bei, und werden, insofern sie in den Verdauungsflüssigkeiten unlöslich sind, wie Sand, ältere Hüllen von Pflanzenzellstoff, elastische Fasern u. s. w., durch den Darm unverändert ausgeschieden, oder, falls sie auch durch Auflösung ins Blut gelangen, alsbald wieder verändert oder unverändert durch die ausscheidenden Drüsen aus dem Körper entfernt.

Unwesentliche Bestandtheile der Nahrungsmittel.

Wenn wir zunächst die Ernährungsverhältnisse des Menschen ins Auge fassen, so giebt es nur wenige Speisen, welche für sich alle vier Gruppen der Nahrungsstoffe in einem zur vollständigen Ernährung genügenden Verhältnisse enthalten. Die Milch ist ein Beispiel eines durch die Natur unmittelbar gelieferten Nahrungsmittels, welches wenigstens qualitativ allen Anforderungen eines vollkommenen entspricht. Sie enthält ein Albuminat, Fett, ein Kohlehydrat und alle Blutsalze, und zwar, wie wir später sehen werden, in Verhältnissen, die wenigstens unter gewissen Lebensbedingungen den Verlust völlig zu decken vermögen. Im Allgemeinen ist aber der Mensch darauf angewiesen, seine Speisen so zu combiniren, dass der Mangel der einen an gewissen Nahrungsstoffen durch den Zusatz einer anderen daran reicheren ausgeglichen wird.

Die Milch ist ein Beispiel eines vollkommenen Nahrungsmittels.

Die organischen Nahrungsstoffe zerfallen in zwei Hauptgruppen: in stickstoffhaltige und in stickstofffreie. Die erste Gruppe umfasst die Albuminate und ihre stickstoffhaltigen nächsten Abkömmlinge, die zweite die Kohlehydrate, die Fette und die in den vegetabilischen Nahrungsmitteln enthaltenen stickstofffreien organischen Säuren. Für den Aufbau des Körpers sind aber diese beiden Gruppen entschieden von ungleichem Werthe.

Eintheilung der Nahrungsstoffe in stickstoffhaltige und stickstofffreie.

Alle Gebilde des Thierkörpers, welche eine selbstständige Form besitzen und die Form anderer bedingen, bestehen aus stickstoffhaltigen Materien in überwiegender Menge; dasselbe gilt aber auch für das Blut und die übrigen Ernährungsflüssigkeiten, wofür in dem vorliegenden Werke genug Zahlenbelege gegeben sind. Die Fette, obgleich vielfach an der Gestaltung der Gewebe in sehr wesentlicher Weise betheiligt und für ihre Function unentbehrlich, zeigen nirgends eine selbstständige Form, und treten in allen zur Bewegung und Kraftäusserung dienenden Geweben an Menge sehr zurück. In der durch alle Erfahrung bestätigten Thatsache, dass die B e w e g u n g s e r s c h e i n u n g e n des thierischen Organismus v o r z u g s w e i s e durch den Umsatz der stickstoffhaltigen Kör-

perbestandtheile vermittelt werden, so wie dass die Arbeitskraft eines Menschen in einem ganz bestimmten Verhältnisse zur Menge der in den Speisen aufgenommenen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe steht, müssen wir unbedingt einen Beweis sehen, dass der Schwerpunkt der Function der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe im Ernährungsprocesse in ihrer Bedeutung für den Neubildungsprocess der geformten und physiologisch-wichtigsten Organe, und für die Vermittelung von Bewegungserscheinungen liegt, schon einfach deshalb, weil sie nach der chemischen Zusammensetzung dieser Gebilde dazu in überwiegender Menge verwendet werden müssen. Damit steht aber keineswegs im Widerspruche, dass auch stickstofffreie Substanzen sich bei der Gewebsbildung betheiligen, ja dass diese letzteren zur Bildung der Muskelfaser, des Nervengewebes u. s. w. ebenso unentbehrlich sind, wie die stickstoffhaltige Substanz oder die anorganischen Stoffe.

Wir haben bereits in der Wärmelehre hervorgehoben, dass sich die stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile durch ihre Umsetzung für die Entwickelung der thierischen Wärme nur in untergeordneter Weise insofern betheiligen, als sie zum Theil noch in Form quaternärer Verbindungen und mit einem noch bedeutenden Spannkraftsvorrathe aus dem Körper ausgeschieden werden, und wenn auch ihre Bedeutung für die thierische Wärme im Allgemeinen unterschätzt wurde, sie doch jedenfalls nur einen geringeren Antheil an der Entwickelung der thierischen Wärme haben, wie die ternären, d. h. stickstofffreien Stoffe.

Anderseits ist es fraglich, ob die stickstofffreien Nahrungsstoffe und ob die Fette einen wesentlichen Antheil an den Bewegungserscheinungen im Lebensprocesse haben, und es ist wahrscheinlich, dass wenn eine solche Betheiligung besteht, sie nur eine indirecte ist; aber wir dürfen es nach zahlreichen und gewichtigen Erfahrungen als gewiss ansehen, dass sie bei ihrer Umsetzung im Verlaufe des Stoffwechsels vollständig verbrannt, d. h. in Kohlensäure und Wasser umgesetzt werden, und dadurch zur Wärmebildung in viel ausgiebiger Weise beitragen, wie die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe. Mit anderen Worten: der Schwerpunkt ihrer Function im Ernährungsprocesse liegt in der Wärmeerzeugung.

Plastische Nahrungsstoffe und Respirationsmittel.

Liebig, der zuerst auf diese Beziehungen aufmerksam machte, drückte das Verhältniss beider Gruppen zur Ernährung, ihren ungleichen Werth für die verschiedenen Factoren der Function dadurch aus, dass er die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe als plastische oder blutbildende, die stickstofffreien dagegen als respiratorische oder Respirationsmittel bezeichnete. Es liegt auf der Hand, dass in dieser Eintheilung der Keim zu zahlreichen Missverständnissen lag, und darin wurde factisch nichts geändert, als Bischoff und Voit für obige Bezeichnungen die der kinäsogenen und thermogenen Nahrungsstoffe vorschlugen, denn das Missverständniss lag und liegt darin, dass man in diesen Bezeichnungen sich gegenseitig ausschliessende Grössen sehen

Kinäsogene und thermogene Nahrungsstoffe.

wollte, während der Sinn und der Vortheil dieser Bezeichnungen nur darin gesucht werden darf, dass sie für die vorwiegende Rolle, welche diesen beiden Gruppen im Ernährungsprocesse zufällt, einen einfachen Ausdruck geben.

Es ist gewiss, dass die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe für sich allein weder Blut noch Gewebe erzeugen können, einfach aus dem Grunde, weil Blut und Gewebe ausser Albuminaten auch noch Fett, Wasser und anorganische Salze in ihrer Mischung enthalten, und damit ist zugleich auch ausgesprochen, dass die Rolle der stickstofffreien Nahrungsstoffe bei der Ernährung mit der Wärmeerzeugung keineswegs erschöpft sein kann; es ist ebenso gewiss, dass das Leben das Product der Umsetzung ebensowohl der stickstoffhaltigen, als auch der stickstofffreien Materien und ihrer Betheiligung bei den Functionen der Ernährung ist, und dass niemals weder die Umsetzung der stickstofffreien noch die der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe allein vor sich geht, sondern immer beide Stoffreihen gleichzeitig, wenn auch in ungleicher Ausdehnung in die Zersetzung eintreten, und folgerichtig auch die thierische Wärme nur das Product der Zersetzung beider Stoffreihen sein kann; allein daraus kann nicht gefolgert werden, dass beide in ihrer Function sich vollständig vertreten können, sie vermögen sich wohl zu ergänzen, aber nicht vollständig zu vertreten. Wenn man auch den Thierorganismus und seine Functionen als Ganzes auffasst, so schliesst diess doch nicht aus, dass er aus einzelnen Theilen besteht, und dass die Rolle dieser letzteren bei den Functionen eine verschiedene sein kann. Jeder Theil einer Locomotive trägt dazu bei, einen Bahnzug mit einer gegebenen Schnelligkeit auf den Schienen zu bewegen, aber in der Maschine selbst hat jeder Theil seine bestimmte Function, wenn auch in dieser einige Theile bis zu einem gewissen Grade sich vertreten, und alle sich ergänzen müssen. Leugnen, dass die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe zum Aufbau der organisirten Körperbestandtheile und zur Neubildung vorzugsweise verwendet werden, und ihre Bedeutung für die Wärmeerzeugung quantitativ eine untergeordnete ist, und Leugnen der vorwiegenden wärmeerzeugenden Functionen der stickstofffreien Nahrungsstoffe hiesse alle wichtigen Arbeiten über Ernährung und Wärmebildung einfach als nicht vorhanden oder als völlig werthlos betrachten.

Man hat sich auch besonders daran gestossen, dass nach dieser Eintheilung es scheinen könnte, als seien die stickstofffreien Nahrungsstoffe gewissermaassen nur dazu bestimmt, zum Schutze der Organe zu dienen, indem sie sich zunächst mit dem eingeathmeten Sauerstoff verbänden, und letzteren dadurch verhinderten, sich auf die Organe selbst zu werfen; diess ist nun allerdings nach den zahlreichen und wichtigen Erfahrungen Bischoff's und Voit's nicht der Fall, aber gerade aus diesen Erfahrungen geht aber auch hervor, dass die vorherrschende Beziehung der stickstofffreien Nahrungsstoffe die zur Wärmeerzeugung ist. Wie aus einigen ihrer Versuche hervorgeht, kann bei ausschliesslich stickstoffhal-

tiger Nahrung dem Deckungs- und Wärmebedürfniss zuweilen Genüge geschehen, allein nur dann, wenn sich die Umsetzungsproducte der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile so vermehrt haben, dass sie die Wirkung des Sauerstoffs auf den Umsatz bis auf einen gewissen Grad aufheben. Da aber die dabei frei werdende Kraft nur verwendet wird, um die durch die Nahrungsmenge selbst gesetzte Arbeit zu leisten, also an und für sich überflüssig ist, so wird dieser übermässige Aufwand an Kraftentwickelung und Verbrauch an Nahrung durch einen Zusatz von Fett oder Kohlehydraten zu letzterer erspart, die, indem sie sich mit dem Sauerstoff verbinden, seine Wirkung auf die Umsetzung der stickstoffhaltigen Körpertheile mässigen, und zugleich einen grossen Theil der nothwendigen Wärme entwickeln.

Nach diesen Erörterungen müssen wir es für überflüssig halten, die vielen und zum Theil heftigen Angriffe auf diese Eintheilung der Nahrungsstoffe noch weiter zu widerlegen; sie beruhen auf Unterstellungen, die mehr oder weniger ungerechtfertigt sind, und folgern aus der Eintheilung einen nicht vorhandenen Gegensatz zwischen Ernährung und Athmung, überhaupt Dinge, an die Niemand, am allerwenigsten aber der Urheber der Theorie im Ernste gedacht hat.

Wir kommen nun zur Erörterung in physiologischer Beziehung sehr wichtiger Fragen. Die erste dieser Fragen ist: wovon ist das Nahrungsbedürfniss, und die zweite: wovon ist der Ernährungswerth der Nahrungsmittel abhängig; diess führt aber sofort zur weiteren Frage, in welcher Menge die einzelnen Nahrungsstoffe zur vollständigen Ernährung erforderlich sind.

Momente, von welchen das Nahrungsbedürfniss abhängig ist.

Was die erste der aufgeworfenen Fragen anbetrifft, so ist das Nahrungsbedürfniss vor Allem abhängig von dem Betrage des zu deckenden Verlustes, und zwar nicht nur allein an wägbaren Materien, sondern auch an Wärme.

Das Nahrungsbedürfniss steigt und fällt mit der Menge der in der Form von Ausscheidungen den Körper verlassenden wägbaren Materien; denn je mehr der Körper an Stoffen verliert, desto mehr müssen ihm von aussen zugeführt werden, diess ist an und für sich klar. Aber die Menge der in der Zeiteinheit vom Körper ausgegebenen Stoffe richtet sich nach der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, demnach nach der respiratorischen Thätigkeit, nach der Schnelligkeit des Blutumlaufs, und nach dem Maasse der körperlichen Bewegung, oder, was dasselbe ist, des Kraftverbrauchs.

Je mehr Sauerstoff aufgenommen wird, desto mehr Kohlensäure und Wasser, desto mehr Harnstoff u. s. w. werden ausgegeben, desto energischer wird mit anderen Worten der Stoffwechsel. Zwei Thiere, die in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniss ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise. Ein Kind, dessen Respiration

eine lebhaftere ist, muss häufiger und verhältnissmässig mehr Nahrung zu sich nehmen, wie ein Erwachsener; ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag, eine Schlange, die in einer Stunde unter einer Glasglocke athmend kaum so viel Sauerstoff verzehrt, dass die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung (Liebig).

Denselben Effect aber: einen gesteigerten Umsatz, hat die Schnelligkeit des Kreislaufs; eine solche nöthigt zu erhöhter respiratorischer Thätigkeit; wir haben bereits weiter oben S. 711 und 718 die Abhängigkeit der Respirationsthätigkeit von der Blutbewegung auseinandergesetzt, und halten daher eine weitere Erläuterung dieses Satzes für unnöthig.

Auch körperliche Bewegung und Anstrengung bedingt Stoffverbrauch. Der Verbrauch an mechanischer Kraft durch den Körper ist immer gleich einem Verbrauch an Stoff, was nach der Erörterung der Quelle aller Bewegungserscheinungen im Organismus, der Quelle überhaupt aller Kraft, ohne Weiteres verständlich ist. Hieraus erklärt sich die Unverträglichkeit starker körperlicher Anstrengung mit Nahrungsmangel. Aber auch die Bewegung führt wieder auf den Respirationsprocess zurück, denn auch sie influirt in sehr bestimmender Weise auf die Energie der respiratorischen Functionen.

Das Nahrungsbedürfniss ist ferner abhängig von dem Wärmeverlust, welchen der Körper durch Abkühlung erleidet. Je grösser dieser Verlust ist, desto mehr muss Wärme neu erzeugt werden; die Quelle aber aller thierischen Wärme ist der Stoffwechsel, je mehr Stoffe umgesetzt werden, desto mehr Wärme wird erzeugt, je mehr aber der Umsatz beträgt, desto mehr muss durch Zufuhr von aussen gedeckt werden. Die Schnelligkeit der Abkühlung des Körpers wächst aber mit der Differenz seiner eigenen Temperatur und jener des Mediums, worin er sich befindet. Je kälter daher die Luft, desto stärker ist die Abkühlung des Körpers, desto rascher muss der Wärmeverlust gedeckt werden; diess geschieht aber durch die Wechselwirkung der Körper- und Nahrungsbestandtheile mit dem eingeathmeten Sauerstoff. Hieraus erklärt es sich, dass das Nahrungsbedürfniss im Winter und in kälteren Klimaten ein grösseres ist, wie im Sommer und in südlichen Gegenden. Hieraus erklärt sich, dass die Abkühlung des Körpers, durch welche Ursache es auch sei, ein grösseres Maass von Speise bedingt, und dass Kälte und Mangel an Nahrung ebenso unverträglich sind, wie körperliche Anstrengung und Nahrungsmangel.

Ernährungswerth der Nahrungsmittel; wovon derselbe abhängig ist,

Der Ernährungswerth der Nahrungsmittel ist, wenn wir das individuelle Bedürfniss des Organismus und die Verdaulichkeit vorläufig ausser Spiel lassen, zunächst bestimmt durch das Verhältniss, in welchem die vier Grundlagen der Ernährung: Albumin, Fette oder Fettbildner, anorganische Salze und Wasser, in demselben enthalten sind. Der Nahrungswerth eines Nahrungsmittels wird daher um so grösser sein, je mehr das Verhältniss der einzelnen Nährstoffe darin demjenigen entspricht,

welches dem jeweiligen Bedürfnisse des Organismus nach Ersatz Genüge leistet. Stellt es sich heraus, dass in der Zeiteinheit durch die Ausscheidungen: an Albuminaten, Fetten, anorganischen Stoffen und Wasser gewisse Durchschnittswerthe dem Körper verloren gehen, so müssen in den Nahrungsmitteln solche Durchschnittswerthe an diesen Stoffen eingeführt werden; wird unter gewissen Bedingungen ein grösseres Verhältniss an Albuminaten ausgeschieden, so müssen mehr Albuminate zugeführt werden. Man sieht sogleich, dass sich der Ernährungswerth eines Nahrungsmittels nach dem jeweiligen Bedürfnisse des Organismus richten wird, und daher nicht a priori bestimmt werden kann.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der noch innerhalb physiologischer Grenzen fallenden Lebensbedingungen, und bei den so bedeutenden individuellen Verschiedenheiten, wird es aber auch schwierig sein, auf experimentellem und empirischem Wege zu den mittleren Werthen für das Verhältniss der einzelnen Nahrungsstoffe in der normalen und vollständigen Nahrung zu gelangen, und der Nutzen derartiger mittlerer Werthe wird immer ein beschränkter sein.

Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Bestandtheilen in der vollständigen Nahrung des Menschen.

Um so bemerkenswerther ist es aber, dass man auf verschiedenen Wegen zu dem Resultate gelangte, dass das Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Nahrungsstoffen in der vollständigen Nahrung eines gesunden kräftigen Mannes, vorausgesetzt, dass er an der richtigen Combination derselben nicht durch äussere Verhältnisse gehindert wird, ein verhältnissmässig geringe Schwankungen zeigendes ist, und sich demjenigen nähert, in welchem in der ersten vollständigen Nahrung des Menschen: in der Milch, diese beiden Gruppen von Nährstoffen enthalten sind.

Man bestimmte nämlich, um dieses Verhältniss zu finden, einerseits dasselbe direct in den Hauptnahrungsmitteln, dann, wie viel an stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffen ein kräftig arbeitender gesunder Mann in 24 Stunden zu sich nimmt, wenn er weder durch Noth noch durch Vorurtheile verhindert wird, das Nahrungsbedürfniss in seinem ganzen Umfange zu befriedigen, oder man bestimmte das Gewicht und die elementare Zusammensetzung der in einer gegebenen Zeit aufgenommenen Nahrung, und der in der gleichen Zeit ausgeworfenen Excremente. Aus beiden Factoren berechnete man, wie viel Nahrung wirklich von dem Körper assimilirt wurde, und in welchem Verhältnisse darin die stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffe enthalten waren.

Zunächst auf Veranlassung Liebig's und durch seine Schüler wurde in grossen Versuchsreihen das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Nahrungsstoffen in den wichtigsten Nahrungsmitteln bestimmt; Liebig hat aus den gewonnenen Resultaten nachstehende Tabelle zusammengestellt, welche das Gewichtsverhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrungsmittel angiebt.

			plastische		stickstofffreie
Die Kuhmilch	enthält	auf	10	:	30 { 8,8 Fett 10,4 Zucker
Die Frauenmilch	„	„	10	:	40
Linsen	enthalten	auf	10	:	21
Pferdebohnen	„	„	10	:	22
Erbsen	„	„	10	:	23
Schaffleisch, gemästet	enthält	auf	10	:	27 = 11,25 Fett
Schweinefleisch, gemästet	„	„	10	:	30 = 12,5 „
Ochsenfleisch	„	„	10	:	17 = 7,08 „
Hasenfleisch	„	„	10	:	2 = 0,83 „
Kalbfleisch	„	„	10	:	1 = 0,41 „
Weizenmehl	„	„	10	:	46
Hafermehl	„	„	10	:	50
Roggenmehl	„	„	10	:	57
Gerste	„	„	10	:	57
Kartoffeln, weisse	enthalten	auf	10	:	86
Kartoffeln, blaue	„	„	10	:	115
Reis	enthält	auf	10	:	123
Buchweizenmehl	„	„	10	:	130

Aus einer ebenfalls von Liebig mitgetheilten und auf seine Untersuchungen fussenden Tabelle über die Mengen von Fleisch, Brot, Gemüse, Hülsenfrüchten, Bier, Schnaps und Fett, welche in einem Monat von einer Compagnie Soldaten verzehrt wurden, und der in gleichem Zeitraume ausgeschiedenen und in Abzug gebrachten Excremente berechnet sich das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Stoffen in der assimilirten Nahrung wie folgt:

Gewicht der Nahrungsmittel in Pfunden	Gewicht des Wassers darin in Pfunden	Gewicht der festen Stoffe in Pfunden	Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung
4001	1655	2346	298 : 1357
Die Excremente wogen 294 Pfd. mit	220,5	73,5	13 : 51

Bleibt das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Stoffen in der assimilirten Nahrung 285 : 1306
= 1 : 4,7

Eine Vergleichung dieser Verhältnisszahlen mit den für die einzelnen Nahrungsmittel gegebenen zeigt, dass sie mit denjenigen in der Milch

und den vornehmsten Getreidearten übereinstimmen. Ganz ähnliche Zahlen wurden aber auch in directer Weise durch Bestimmung der von verschiedenen arbeitenden erwachsenen Männern in 24 Stunden aufgenommenen Nahrungsstoffe gefunden.

Individuen	Beobachter	Stickstoffhaltige Nahrungsstoffe (Albuminate) in Grm.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe in Grm.
Holländischer Soldat in Friedenszeit . .	Mulder	60,00	336,16
Desgleichen in Festungsdienst	"	115,95	351,70
Englischer Soldat in Europa	Playfair	119,05	385,88
" " in Indien	"	112,46	339,82
Englischer Matrose bei frischem Fleisch	"	114,67	338,82
" " bei gesalzenem " .	"	134,46	435,35
Französischer Soldat	"	109,46	420,72
Bayrischer Soldat	"	69,42	336,23
Hessischer Soldat	Liebig	75,74	447,86
Englischer Landbauer	Playfair	87,72	350,94
" "	"	67,15	238,62
Junger Mann der gebildeten Stände . .	Wundt	145,84	562,05
" " " " " . . .	Genth	139,38	454,67
	Mittel . . .	103,95 :	384,52
	oder . . .	10 :	38

Instinct-gesetz.

Also auch durch diese Versuchsreihe ergeben sich Zahlen, die auf ein ähnliches Verhältniss zurückführen, wie es in der Frauenmilch gegeben ist. Dabei muss berücksichtigt werden, dass dieses Verhältniss aus Beobachtungen an sehr verschiedenen Individuen verschiedener Nationalität, Lebensweise und in verschiedenen klimatischen Beziehungen abgeleitet ist. Dabei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass sich dieses Verhältniss auf Menschen bezieht, die viel körperliche Bewegung haben.

Es scheint demnach, dass in einer vollständigen Nahrung arbeitender erwachsener Männer auf 1 Gewichtstheil stickstoffhaltiger etwa 4 bis 5 Gewichtstheile stickstofffreier Nahrungsstoffe kommen müssen, und dass dem eine wirkliche Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt, ergiebt sich daraus, dass der Mensch, wenn ihm seine Verhältnisse eine Wahl gestatten, durch einen untrüglichen Instinct geleitet wird, seine Nahrung dem obigen Verhältnisse zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsbestandtheilen entsprechend zu combiniren; bei Betrachtung obiger Tabelle über das Verhältniss zwischen den beiden Gruppen in den gewöhnlichen Nahrungsmitteln sieht man aber sofort, dass wir durch Mischung

dieser Nahrungsmittel eine der Milch oder dem Weizenbrote ähnliche Zusammensetzung hervorbringen können; durch Zusatz von Speck oder fettem Schweinefleisch zu Erbsen, Linsen oder Bohnen, oder von Kartoffeln zum Ochsenfleisch, von fettem Schinken zum Kalbfleisch, von Reis zum Hammelfleisch vergrössern wir ihren Gehalt an stickstofffreien Materien. Dasselbe geschieht durch geistige Getränke, welche mit magerem Fleisch und wenig Brot genossen eine der Milch, mit fettem Fleisch eine dem Reis oder den Kartoffeln in Beziehung auf das Verhältniss stickstofffreier und plastischer Bestandtheile ähnliche Mischung geben (Liebig).

Wo der Mensch diesem Instinctgesetze aus Zwang oder Noth nicht folgen kann, da leidet sein Organismus mehr oder weniger. Diess zeigt sich in ganz unzweifelhafter Weise bei den unbemittelten Classen unserer Bevölkerung, die in Folge der bestehenden socialen Zustände auf das wohlfeilste Nahrungsmittel, auf die Kartoffeln, beschränkt sind, welche um die Hälfte ärmer an stickstoffhaltigen Bestandtheilen sind, wie die Getreidearten, und ausserdem noch zu $^3/_4$ aus Wasser bestehen. Es hat mithin die Natur, die bei ausschliesslich Fleisch essenden Wilden sich nur eines Ueberschusses (durch vermehrte Bewegung) zu entledigen braucht, in diesem Falle den ungleich schwereren Kampf mit einem Mangel zu bestehen.

Tägliches Kostmaass arbeitender Männer.

Moleschott hat versucht, aus den Versuchsreihen von Mulder, Playfair, Liebig, Wundt und Genth, und Gasparin, über die Mengen der innerhalb 24 Stunden von erwachsenen Männern in der Nahrung aufgenommenen Nahrungsstoffe, so wie aus den Ausscheidungen innerhalb der gleichen Zeit das Kostmaass eines erwachsenen Mannes, d. h. die Mengen von Wasser, Albuminaten, Fett, Fettbildnern und Salzen zu berechnen, die zur vollständigen Deckung des Verlustes dem Körper bei kräftiger Arbeit täglich durch die Nahrung zugeführt werden sollten. Obgleich diese Berechnung auf zum Theil sehr unsicheren und ihrer Natur nach schwankenden Daten beruht, und an mancher etwas willkürlichen Unterstellung leidet, so dürfte sie doch für die thatsächlichen Verhältnisse einen ungefähren Ausdruck geben, und sich von der Wahrheit nicht gar zu weit entfernen. Nur dürfen wir dabei nicht vergessen, dass diese Verhältnisse nach der Lebensweise, dem Klima, dem körperlichen Zustande u. s. w. innerhalb gewisser keineswegs genau abgesteckter Grenzen erheblichen Schwankungen unterworfen sein können.

Nach der Berechnung Moleschott's müsste das tägliche Kostmaass bei kräftiger Arbeit für erwachsene Menschen (Männer) betragen:

an Albuminaten	130 Grm.
„ Fett	84 „
„ Fettbildnern	404 „
„ Salzen	30 „
„ Wasser	2800 „
	3448 Grm.

wobei das Wasser der Getränke natürlich mit einbegriffen ist. Der Gesammtverlust des Körpers ist dabei nach den Bestimmungen von Scharling, Bischoff, Barral und Anderen zu 3818 Grm. angenommen.

In 1000 Theilen müsste demnach ein vollkommenes Nahrungsmittel, welches zugleich Speise und Trank in sich begriffe, enthalten:

Wasser	812,07
Albuminate	37,70
Fett	24,36
Fettbildner	117,17
Salze	8,70
	1000,00

Fristatzung. Unterscheidet man aber von dem Kostmaass arbeitender Männer den Bedarf, der erfordert wird, nicht um Arbeitskraft zu schaffen, sondern das Leben zu fristen, ohne Störung der Functionen, und bezeichnet diesen Bedarf mit Moleschott als Fristatzung, so werden nach Moleschott's Berechnung, die sich auf die Beobachtungen von Playfair an englischen Gefangenen stützt, zu letzterer für den Mann in runder Zahl

an Albuminaten	60 Grm.
„ stickstofffreien Stoffen	430 „

erfordert. Hiernach kann das Kostmaass an Albuminaten bei ruhenden Männern um mehr als die Hälfte beschränkt werden, während der Bedarf an stickstofffreien Nahrungsstoffen verhältnissmässig nur wenig vermindert ist; dadurch sinkt aber das Verhältniss zwischen den plastischen und den stickstofffreien Nahrungsstoffen, welches Moleschott für arbeitende Männer wie 1 : 3,7 ausrechnet, auf 1 : 7,1. Hierin liegt aber ein nicht zu missdeutender Beweis für die Function, welche den beiden Gruppen im Ernährungsprocesse vorwiegend zufällt, ein neuer Beweis dafür, dass den plastischen Nahrungsstoffen vorzugsweise die Vermittelung der Bewegungserscheinungen, den stickstofffreien aber die Erzeugung der thierischen Wärme zukommt. Als Minimum des Bedarfs an Albuminaten nimmt Moleschott 40 Grm. an; allein er stützt sich dabei auf Angaben, die sich auf bengalische auf Hungerkost gesetzte Gefangene beziehen (Playfair), und es fragt sich, ob diess für Bewohner kälterer Zonen nicht zu tief gegriffen ist.

Bei allen diesen Zahlen aber, ganz abgesehen von sonstigen Bedenken über die Art, wie sie gewonnen sind, wird man nie vergessen dürfen, dass sie nur insofern von Werth sind, als es sich dabei um die Berechnung des Bedürfnisses einer grösseren Anzahl von Menschen handelt. Für die Beurtheilung des individuellen Bedürfnisses geben sie keinen Maassstab.

Inwiefern nun dem Bedürfnisse durch die Speisen, welche der Mensch geniesst, Genüge geleistet werden kann, und wie dieselben zu

combiniren sind, um den Verlust völlig zu decken, ist eine Frage, deren Beantwortung im Allgemeinen nicht gegeben werden kann, und deren besondere Erörterung in die Diätetik gehört. Dass der Mensch überhaupt darauf angewiesen ist, die Speisen zu combiniren, wurde bereits weiter oben erwähnt, und es folgt daraus von selbst, dass ein Nahrungsmittel nur in Ausnahmefällen dem Bedürfnisse genügen kann. Sache der Diätetik ist es daher, zu beurtheilen, welche Nahrungsmittel am besten dazu geeignet sind, einander zu ergänzen, wie es denn anderseits auch häufig geboten ist, in der ärztlichen Diätetik dafür Sorge zu tragen, dem Organismus in einseitigem Sinne gewisse Nahrungsstoffgruppen in reichlicherer Menge zuzuführen.

Alles diess setzt aber die genaue Kenntniss der chemischen Zusammensetzung der Speisen voraus.

Fragen wir nun, was sind die Speisen, die der Mensch für gewöhnlich geniesst, so ergeben sich als solche nachstehende: das Fleisch einiger Säugethiere, Vögel und vieler Fische, die Milch der Wiederkäuer, die Eier grösserer Vögel, die Eingeweide (Leber, Thymus, Hirn und Milz) einiger Säugethiere und Vögel, das Mehl vom Weizen, Roggen, Hafer, Gerste, Mais und Buchweizen, Reis, Bohnen, Erbsen, Linsen und Kartoffeln, einige Baumfrüchte, grüne Gemüse, und als Speisenzusätze Zucker, Fette, Oele, gewisse Gewürze und Kochsalz.

Die Zusammensetzung der thierischen Nahrungsmittel haben wir bereits an den diese Gewebe und Flüssigkeiten betreffenden Orten mitgetheilt. Für sie, wie auch für die pflanzlichen Nahrungsmittel haben wir ferner das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen kennen gelernt. Wir begnügen uns daher hier die von Moleschott entworfenen Mittelwerthe für die Zusammensetzung der wichtigsten thierischen und pflanzlichen Nahrungsstoffe, soweit dieselbe für den Nährzweck von Wichtigkeit erscheint, mitzutheilen.

A. Thierische Nahrungsmittel.

Mittlere Zusammensetzung der thierischen Nahrungsmittel.

In 1000 Thln.	Fleisch der Säugethiere	Fleisch der Vögel	Fleisch der Fische	Leber der Wirbelthiere	Käse	Hühnereier	Milch der Säugethiere und der Frau
Wasser	728,75	729,83	740,82	720,06	368,59	735,04	861,53
Albuminate	174,22	202,61	137,40	128,20	334,65	194,34	39,43
Collagen	31,59	14,00	43,88	37,38	—	—	—
Fett	37,15	19,46	45,97	35,04	242,63	116,37	49,89
Kohlehydrate	—	—	—	—	—	—	43,23
Extractivstoffe	16,90	21,11	16,97	65,26	—	3,74	—
Salze	11,39	12,99	14,96	14,06	54,13	10,51	5,92

B. Pflanzliche Nahrungsmittel.

Der pflanzlichen Nahrungsmittel: Samen der Cerealien.

Samen der Cerealien und des Buchweizens

In 1000 Thln.	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Mais	Reis	Buchweizen
Wasser	129,94	138,73	144,82	108,81	120,14	92,04	146,31
Albuminate . .	135,37	107,49	122,65	90,43	79,14	50,69	77,77
Fett	18,54	21,09	26,31	39,90	48,37	7,55	—
Kohlehydrate .	696,19	615,08	679,67	734,92	731,99	844,71	754,51
Extractivstoffe .	—	—	—	—	7,49	—	8,36
Salze	19,96	14,61	26,55	25,94	12,87	5,01	13,05

Im Anschluss an diese Zahlen für das Mehl der Cerealien theilen wir einige von v. Bibra angestellte Analysen einiger Brotsorten mit:

Brot.

In 1000 Theilen.	Weizenbrot deutsches Nürnberg	Weizenbrot schweizerisches Bern	Roggenbrot Nürnberg	Pumpernickel Westphalen	Gerstenbrot Niederbayern	Haferbrot Spessart	Zwieback weisser Hamburg	Zwieback schwarzer Hamburg
Wasser	422,00	133,33	430,00	91,60	117,80	86,60	114,20	133,33
Albuminate . . .	65,48	93,93	45,22	67,09	56,13	89,03	94,25	131,35
Kohlehydrate . . .	503,52	769,74	516,48	802,31	821,07	724,37	784,25	723,62
Fette	9,00	3,00	8,30	39,00	5,00	100,00	7,30	11,70

Die Salze wurden nicht bestimmt. Nach den Bestimmungen von Payen, Keller und Louyet schwankt der Salzgehalt zwischen 8,33 bis 15,35 pro Mille.

Hülsenfrüchte.

Hülsenfrüchte

In 1000 Theilen	Erbsen	Schminkbohnen	Ackerbohnen	Linsen	Mittel der Hülsenfrüchte
Wasser . . .	145,04	160,20	128,55	113,18	136,74
Albuminate .	223,52	225,49	220,32	264,94	233,57
Kohlehydrate	576,19	542,99	576,57	581,22	569,24
Extractivstoffe	11,84	27,69	33,26	—	18,20
Fette	19,66	19,55	15,97	24,01	19,80
Salze . . .	23,75	24,08	25,33	16,65	22,45

Wir heben endlich noch einige Analysen der Kartoffeln und einiger Gemüse aus.

Kartoffeln und Gemüse.

In 1000 Theilen	Kartoffeln	Kastanien	Gelbe Rüben	Kohlrabi	Blumenkohl	Gurken
Wasser . . .	727,46	537,14	853,09	800,00	918,87	971,40
Albuminate . .	13,23	44,61	15,48	20,00	5,00	1,30
Kohlehydrate .	237,73	394,44	133,41	170,00	18,00	26,19
Extractivstoffe .	9,77	—	0,36	—	—	0,40
Fette	1,56	8,73	2,47	3,00	—	—
Salze	10,25	15,17	15,20	50,00?	7,55	—

Zur weiteren chemischen Charakteristik der Nahrungsmittel und zur Beurtheilung ihres Werthes stellen wir die Aschenanalysen einiger pflanzlicher Nahrungsstoffe mit denen des Fleisches und der Milch zusammen. Als Repräsentanten des Fleisches wählen wir das Pferdefleisch.

Asche der Körner- und Hülsenfrüchte.

In 100 Theilen Asche	Pferdefleisch Weber	Kuhmilch Weber	Weizen Schmidt	Roggen Fresenius und Will	Gerste Schmidt	Erbsen Will und Fresenius	Saubohnen Buchner	Linsen Levi
Kali	39,40	23,46	27,04	32,69	20,91	39,51	34,06	34,76
Natron	4,86	6,96	0,45	4,45	—	3,98	13,26	13,50
Magnesia	3,88	2,20	6,60	10,16	6,91	6,43	6,38	2,47
Kalk	1,80	17,34	1,97	2,91	1,67	5,91	4,93	6,34
Chlornatrium . . .	1,47	4,74	—	—	—	3,71	—	4,63 (Chlor)
Eisenoxyd	1,00	0,47	1,35	0,82	2,10	1,05	0,68	2,00
Phosphorsäure . . .	46,74	28,04	62,59	47,35	38,48	34,50	40,69	36,30
Schwefelsäure . . .	0,30	0,05	—	1,45	—	4,91	—	—
Kieselerde	—	0,06	—	0,17	29,10	—	—	—
Kohlensäure . . .	—	2,50	—	—	—	—	—	—

Eine wesentlich andere Zusammensetzung zeigt die Asche der Kartoffeln und grünen Gemüse, wie nachfolgende Tabelle erläutert:

Asche der Gemüsepflanzen.

In 100 Theilen Asche	Kartoffel Way	Gelbe Rüben Way u. Ogston	Weisse Rüben Way u. Ogston	Weisskraut Stammer	Rosenkohl Schlienkamp	Spargeln Schlienkamp	Schnittsalat Griepenkerl	Gurken Richardson
Kali	46,96	37,55	48,56	48,32	17,05	22,85	22,37	47,42
Natron	—	12,63	—	—	—	2,27	18,50	—
Chlorkalium	8,11	—	—	9,33	8,63	—	—	4,19
Chlornatrium	2,41	4,91	5,44	—	—	7,97	15,09	9,06
Magnesia	13,58	3,78	2,26	3,74	15,09	6,34	5,68	4,26
Kalk	3,35	9,76	6,73	12,64	25,88	15,91	10,43	6,31
Eisenoxyd	—	0,74	0,66	—	2,86	5,11	2,82	1,09
Phosphorsäure	11,91	8,37	7,65	15,99	23,91	18,32	9,39	15,94
Schwefelsäure	6,50	6,34	12,86	8,30	—	7,32	3,85	4,60
Kieselerde	7,17	0,76	0,96	0,40	6,58	12,53	11,86	7,12
Kohlensäure	—	15,15	14,82	—	—	—	—	—

Betrachtungen über den Nährwerth der Nahrungsmittel.

Gehen wir nun an die Verwerthung dieser Zahlen, so ergiebt sich vor Allem, dass nur die thierischen Nahrungsmittel, und von den pflanzlichen die Körnerfrüchte und Hülsenfrüchte auf den Namen ausreichender Nahrungsmittel Anspruch machen können, denn nur sie enthalten von den vier Gruppen der Nahrungsstoffe genügende Mengen, um in einer von den Verdauungsorganen zu bewältigenden Masse den Verlust des Organismus decken zu können. Die Zusammensetzung ihrer Asche endlich stimmt nahe mit jener der thierischen Nahrungsmittel überein.

Die Gemüse und auch die Kartoffeln haben dagegen an und für sich für die Ernährung einen sehr untergeordneten Werth, und können nur als Zusatz zu anderen Speisen in Betracht kommen. Ihr Gehalt an Albuminaten ist sehr gering. Fette enthalten sie ausserordentlich wenig, und ihr Gehalt an sogenannten Fettbildnern, d. h. an Kohlehydraten, ist geringer wie jener der Körner- und Hülsenfrüchte; dabei enthalten sie aber sehr viel Wasser, $^2/_3$, ja zuweilen sogar mehr wie $^5/_6$ ihres Gewichtes. Auch die Zusammensetzung der Asche weicht von jener der Hülsen- und Körnerfrüchte sehr wesentlich ab, sie sind nämlich durchschnittlich sehr arm an der zur Entwickelung der Gewebe so nothwendigen Phosphorsäure. Einen ebenso untergeordneten Ernährungswerth und aus denselben Ursachen haben die Obstarten.

Gehen wir in der nachstehenden Betrachtung von der Voraussetzung aus, dass die von Moleschott aufgestellten Zahlen für das tägliche Kostmaass eines arbeitenden Mannes innerhalb gewisser Grenzen einen annähernd richtigen Ausdruck darstellen, so ergiebt sich, dass die

Nahrungsmittel bezüglich ihres Nährwerthes, d. h. bezüglich ihres Vermögens, den Verlust an Albuminaten, Fetten, Fettbildnern und Salzen zu decken, sehr ungleichwerthig sind. Für die Albuminate und stickstofffreien Nahrungsstoffe macht diess nachstehende Tabelle anschaulich.

Aequivalenz der verschiedenen Nahrungsmittel mit Bezug auf das Kostmaass an Albuminaten und stickstofffreien Nahrungsstoffen.

Nähräquivalente für den täglichen Bedarf eines arbeitenden Mannes

an Albuminaten Kostmaass 130 Grm.			an stickstofffreien Nahrungsstoffen Kostmaass 488 Grm.		
Käse	388	Grm.	Reis	572	Grm.
Linsen	491	„	Mais	625	„
Schminkbohnen	576	„	Weizenbrot	631	„
Erbsen	582	„	Linsen	806	„
Ackerbohnen	590	„	Erbsen	819	„
Ochsenfleisch	614	„	Ackerbohnen	823	„
Hühnereier	968	„	Schminkbohnen	876	„
Weizenbrot	1444	„	Hühnereier	902	„
Mais	1642	„	Roggenbrot	930	„
Reis	2562	„	Käse	2011	„
Roggenbrot	2875	„	Kartoffeln	2039	„
Kartoffeln	10000	„	Fleisch	2261	„

Diese Betrachtungen auch auf die Fette und Fettbildner, sowie auf die Salze auszudehnen, erscheint nicht räthlich, denn wir wissen nicht, inwiefern Fette und Fettbildner in ihrer Function im Ernährungsprocesse sich wirklich vertreten können, und da wir hier nur die Ernährungsverhältnisse des Menschen im Auge haben, so wird jeder Vergleich der Nahrungsmittel in Bezug auf ihren Fettgehalt insofern schon ohne Werth sein, weil wir unsere Speisen mit mannigfachem Fettzusatz geniessen, und weil der Fettgehalt eines sehr wichtigen Nahrungsmittels: des Fleisches, sehr variabel ist. Bei den Salzen macht eine Vergleichung der Umstand unthunlich, weil unter den in der Analyse aufgeführten Aschenbestandtheilen viele sehr unwesentliche enthalten sind, und wir das Kostmaass, d. h. den für den täglichen Bedarf nothwendigen Betrag der wichtigen Salze, so namentlich der Phosphorsäure nicht kennen.

Doch sind auch die in obenstehender Tabelle gegebenen Zahlen sehr belehrend, auch dann, wenn wir die Moleschott'schen Kostmaasse als problematische Werthe ansehen, denn die Zahlen haben auch in diesem Falle mindestens die Bedeutung, das Verhältniss auszudrücken, in welchem sich die einzelnen Nahrungsmittel für bestimmte Nährzwecke ge-

wichtlich vertreten können. Diese Zahlen zeigen ferner abermals die Nothwendigkeit für den Menschen, seine Speisen dem Instinctgesetze gemäss zu combiniren, sowie dass, wenn man durch ein Nahrungsmittel dem Nahrungsbedürfnisse genügen will, man entweder in Gefahr kommt, die Verdauungsorgane über Gebühr zu belasten, oder von dem einen Nahrungsstoffe einen grossen Ueberschuss zuzuführen. Wollten wir z. B. durch Weizenbrot allein uns nähren, so müssten wir, um täglich 130 Grm. Albuminate zu erhalten, etwa drei Zollvereinspfunde Brot verzehren, damit aber erhalten wir einen bedeutenden Ueberschuss von wärmeerzeugenden und fettbildenden Stoffen, denn um den täglichen Bedarf daran im Betrage von 488 Grm. zu decken, würden von Weizenbrot 631 Grm., d. h. wenig mehr wie ein Zollvereinspfund genügen. Wollten wir uns dagegen ausschliesslich von magerem Fleisch (der Säugethiere) nähren, so müssten wir, um dem Bedarfe an thermogenen Nahrungsstoffen zu genügen, nicht weniger wie 2261 Grm., d. h. über vier Pfund täglich verzehren, und erhielten damit einen bedeutenden Ueberschuss an Albuminaten. Am günstigsten stellen sich noch die Verhältnisse für die Hülsenfrüchte, obgleich wir auch mit ihnen, um dem Nahrungsbedürfniss nach stickstofffreien Stoffen zu entsprechen, immer einen Ueberschuss an Albuminaten mit in den Kauf nehmen, und den Magen erheblich belasten müssen. Am allerungünstigsten gestaltet sich aber Alles bei der Kartoffel; um das Nahrungsbedürfniss nach Albuminaten zu decken, müsste man von diesen 10 Kilogrm., d. h. 20 Zollvereinspfunde täglich verzehren, eine Masse, die von den Verdauungsorganen nicht bewältigt werden kann; und selbst in ihrem Nährwerthe als Vehikel wärmeerzeugender Nahrungsstoffe werden sie mit Ausnahme mageren Fleisches von allen übrigen Nahrungsmitteln, auch pflanzlichen, übertroffen. Man begreift nun die Wahrheit des Ausspruches, dass die auf Kartoffelnahrung angewiesenen Proletarier schon gleichsam auf das letzte Hülfsmittel angewiesen sind, und, bereits auf dem äussersten Rande stehend, keinen Boden mehr vor sich haben.

Der Mensch geniesst den grössten Theil seiner Nahrung erst, nachdem dieselbe in der Küche mancherlei Umwandlungen mehr oder weniger complicirter Natur erfahren hat. Im Allgemeinen besteht die Aufgabe der Kochkunst darin, die natürlichen Speisen noch weiter zu mischen, ihnen mancherlei Gewürze zuzusetzen, sie von unverdaulichen Beimengungen zu befreien, und sie endlich durch Mitwirkung der Wärme gewissermaassen aufzuschliessen, d. h. ihre Auflöslichkeit in den Verdauungssäften zu erhöhen. Doch wird in einzelnen Fällen durch die culinarische Zubereitung die Löslichkeit der Nahrungsmittel beeinträchtigt (Hartkochen der Eier etc.). Uebrigens ist eine Chemie der Kochkunst nicht nur erst zu schreiben, sondern erst noch zu schaffen.

Ueber Nahrungsmittel und ihre diätetischen Beziehungen weitere Belehrung Suchende verweisen wir auf das sehr vollständige Werk Moleschott's: Physiologie der Nahrungsmittel, 2te Aufl. Giessen 1859.

Verdauung und Assimilation.

Die Assimilation der Nahrungsmittel, d. h. ihr Uebergang in Blut setzt eine chemische und physikalische Umwandlung derselben voraus, die durch die Verdauungsorgane vermittelt wird. Diese Umwandlung: die Verdauung, beginnt schon in der Mundhöhle, setzt sich im Magen, dem Dünn- und Dickdarm fort, und erreicht ihr Ende mit der Aufsaugung der gelösten und umgewandelten Nahrungsmittel durch die Lymphgefässe, die Blutgefässe und die Blut- und Chylusgefässe zugleich. Wir haben es zunächst nur mit der chemischen Seite des Verdauungsprocesses zu thun, und müssen bezüglich der mechanischen Arbeit der Verdauungsorgane und der physikalischen Gesetze der Diffusion von Flüssigkeiten durch thierische Membranen, d. h. bezüglich der physikalischen Seite der Resorption auf die Lehrbücher der Physiologie verweisen.

Die Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe unter der Einwirkung bestimmter Verdauungssäfte: des Speichels, Magensaftes, der Galle, des Bauchspeichels, Darmsaftes u. s. w., erleiden, haben wir im Allgemeinen bereits bei diesen Verdauungssäften besprochen, wir haben daher hier zunächst nur die Umwandlung der Speisen durch die Verdauungssäfte im Ganzen aufzufassen, und dieselbe auf ihrem Wege durch den Verdauungsschlauch zu verfolgen.

Wirkung des Speichels auf die Speisen.

Wirkung des Speichels auf die Speisen. In der Mundhöhle gelangen die Speisen mit dem gemischten Speichel in mehr oder weniger innige Berührung, in Folge deren diese wasserreiche Flüssigkeit nothwendigerweise eine lösende Einwirkung auf die in Wasser leicht löslichen Bestandtheile der Speisen ausüben muss. Beeinträchtigt wird aber diese Wirkung jedenfalls durch die kurze Dauer der Berührung in der Mundhöhle, so dass dieselbe keinesfalls von grossem Belange sein wird. Chemische Umwandlungen bewirkt der Speichel mit alleiniger Ausnahme der Stärke keinesfalls. Da aber der Speichel gekochte Stärke bei der Temperatur des Körpers ziemlich rasch theilweise in Zucker umsetzt, unsere Speisen aber, insofern sie überhaupt Stärke enthalten, diese durch die vorgängige Zubereitung (Kochen, Backen etc.) bereits in einem gewissermaassen aufgeschlossenen Zustande enthalten, so kann von vornherein nicht bezweifelt werden, dass während des Kauens amylumhaltiger Nahrungsmittel ein Theil ihres Stärkmehls bereits in Zucker umgesetzt wird. Dass ist denn in der That auch durch Lehmann und Schröder bestätigt worden.

Einwirkung des Magensaftes auf die Speisen.

Einwirkung des Magensaftes auf die Speisen. Die in den Magen gelangenden Speisen kommen hier in Berührung mit dem Magensaft, aber gleichzeitig führen sie auch lufthaltigen Speichel in den Magen, und anderseits können erfahrungsgemäss auch geringe Mengen von

Galle, Bauchspeichel und Dünndarmsaft durch den Pylorus in den Magen gelangen. Die Veränderungen, welche daher die Speisen im Magen erleiden, kommen keineswegs ausschliesslich auf Rechnung des Magensaftes. Diess bestätigen mehrfache Beobachtungen; so ist der reine Magensaft ohne Einwirkung auf Stärkmehl, allein es wird im Magen nicht selten unter Beihülfe des mit den Speisen herabgeschluckten Speichels gekochte Stärke in Zucker verwandelt, während in anderen Fällen nach dem Genusse gekochter Stärke Zucker im Magen fehlt. Da weder Speichel noch Magensaft die Fähigkeit besitzen, Rohrzucker in Traubenzucker, und letzteren in Milchsäure zu verwandeln, so ist, wo sich nach dem Genusse von Rohrzucker im Magen Traubenzucker findet, anzunehmen, dass diese Umwandlungen durch andere Beimischungen des Magensaftes veranlasst sind. Seine eigenthümlichen Wirkungen entfaltet der Magensaft vermöge seines Gehaltes an freier Säure und dem eigentlichen Magenferment, wie bereits S. 452 auseinandergesetzt wurde.

Die Erfahrungen, welche man über die Veränderungen gemischter Speisen gewonnen hat, sind kurzgefasst folgende: Fleisch zerfällt nach Auflösung des Bindegewebes in die einzelnen Primitivbündel, diese zerbröckeln sich dann in kurze Stückchen, welche dem Abstande zweier benachbarter Querstreifen entsprechen; diese Stückchen lösen sich hierauf allmählich auf, aber, wie es scheint, niemals ganz vollständig. Dabei werden die Albuminate jedenfalls zum Theil in Peptone verwandelt; die aus dem Muskelfleisch hervorgehende Lösung zeigt nämlich zuweilen noch die Eigenschaft, durch Hitze zu gerinnen, zuweilen aber tritt gar keine Gerinnung mehr beim Kochen derselben ein. Kalbfleisch löst sich im Magen rascher wie Ochsenfleisch (Schröder), gekochtes oder gebratenes rascher wie rohes (Frerichs), womit aber die Beobachtung von Schröder nicht im Einklange steht, wornach ausserhalb des Magens der Magensaft rohes Fleisch rascher auflöst, wie gekochtes. Die löslichen Salze des Fleisches sowie auch die Erdsalze desselben werden durch Vermittelung der freien Salzsäure des Magensaftes aufgelöst, und aus ihrer Verbindung mit den Albuminaten in Freiheit gesetzt, wie sich daraus ergiebt, dass dieselben durch Neutralisation der Lösung des Fleisches gefällt werden. Aus den Knochen (welche von Thieren verzehrt werden) wird die leimgebende Substanz aufgelöst, während der grösste Theil der Kalksalze als eine krümliche Masse ungelöst bleibt. Milch gerinnt alsbald im Magen, die Molken verlassen sehr bald die Magenhöhle, und es bleibt ein aus Caseïn und Fett bestehender Klumpen zurück, der allmählich von der den Magenwänden zugekehrten Fläche gegen sein Centrum hin verändert wird. Die Hüllen der Milchkügelchen, das Caseïn und die Kalksalze der Milch lösen sich allmählich auf, während das Fett zu grösseren Tropfen zusammenfliesst, ohne eine weitere chemische Umwandlung zu erfahren.

Aus Brot werden die Albuminate allmählich aufgelöst, während die Stärke desselben wenigstens zum Theil unter Mitwirkung des Spei-

chels im Magen in Dextrin und Zucker umgesetzt wird; wenn das Brot nicht ausgebacken ist, und noch rohe durch das Backen nicht veränderte Stärkekörner enthält, so werden diese vom Magen nicht angegriffen.

Hülsenfrüchte und Kartoffeln erfahren eine ähnliche Umwandlung; bei ersteren aber wird dieselbe durch die holzige Zellenmembran, welche das Amylum und die Albuminate umschliesst, sehr verzögert; letztere wird überhaupt durch die Verdauungssäfte gar nicht verändert, und geht unverdaut mit dem Kothe ab. Auch die das Amylum der Kartoffeln umschliessende Zellhaut findet sich häufig, trotzdem dass ihr Inhalt verschwunden ist, noch unverletzt.

Chymus.

Durch diese Umwandlungen werden die gemischten Speisen im Magen in den sogenannten Chymus oder Speisebrei verwandelt, der natürlich je nach der Natur der Speisen von ausserordentlich verschiedener Beschaffenheit sein wird. Unter Voraussetzung einer gemischten Nahrung im Sinne des Culturmenschen wird er einen bald mehr, bald weniger consistenten Brei darstellen. Derjenige Theil dieses Breies, welcher nicht aus dem Magen schon in die Lymph- und Blutgefässe übertritt, verlässt denselben durch den Pylorus. Der gelöste Theil desselben wird bestehen aus Magensaft, zum Theil in Peptone verwandelten Albuminaten, aus löslichen Umwandlungsproducten der leimgebenden Gewebe, aus gelösten anorganischen Salzen, worunter namentlich auch Erdsalze, aus Zucker, Dextrin, Gummi u. s. w., der ungelöste Theil dagegen aus Cellulose, Epithelialschuppen, elastischen Fasern, Kieselerde, ungelösten Kalksalzen und aus löslichen aber noch nicht gelösten Speiseresten, Fleisch-, Albumin- und Bindegewebsstückchen, Caseïn-coagulis, Fett, Amylum und anorganischen Salzen.

Einwirkung der Darmsäfte auf die Speisen.

Einwirkung der Verdauungssäfte des Darmcanals auf die Speisen. Der durch den Pylorus in das Darmrohr tretende Chymus trifft in diesem mit mehreren Secreten, welche sich in dasselbe ergiessen, zusammen, die auf den noch ungelösten aber löslichen Theil desselben, d. h. auf die noch unverdauten Speisen mehr oder weniger energisch verdauende Einwirkungen äussern. Die noch ungelösten Albuminate werden namentlich im Duodenum und Dünndarm, überhaupt unter der Mitwirkung des Darmsaftes und wahrscheinlich auch des Bauchspeichels noch weiter aufgeschlossen, das Stärkmehl der Amylaceen, welches im Magen nur zum geringeren Theile und zwar nur durch den herabgeschluckten Speichel in Zucker verwandelt wurde, trifft im Darme mit dem kräftig zuckerbildenden Bauchspeichel zusammen, und geht unter der Einwirkung dieses Secretes und wahrscheinlich auch des Darmsaftes in Traubenzucker über; ein Theil dieses letzteren aber, gleichgültig, ob derselbe im Verdauungsschlauche erst entstand, oder ob er als solcher in den Nahrungsmitteln bereits enthalten war, wird im Darm in Milchsäure und wahrscheinlich auch in Buttersäure verwandelt; letztere Säure wurde namentlich im Inhalte des Blinddarms nachgewiesen. Durch

welches Ferment die Milch- und Buttersäuregährung eingeleitet wird, ist mit Sicherheit nicht zu entscheiden, allein bei den mannigfachen im Darm vor sich gehenden Zersetzungen, die gegen den Dickdarm zu mehr und mehr einen den Fäulnissvorgängen wenigstens ähnlichen Charakter annehmen, kann es an Materien, die die saure Gährung des Traubenzuckers einleiten, nicht fehlen. Die Umsetzung des Stärkmehls in Zucker erfolgt auch im Darme nur allmählich: die Stärkekörner werden von der Oberfläche her erweicht; einzelne Schichten derselben lösen sich ab und werden in Dextrin und Zucker verwandelt; je weiter das Stärkmehl vom Leerdarm ins Ileum tritt, desto kleiner werden die Körnchen. Rohrzucker wird zum grossen Theil in Traubenzucker verwandelt; wodurch diese Umsetzung bewirkt wird, ist unbekannt, constatirt aber, dass weder Speichel noch Magensaft, noch endlich Darmsaft diese Umsetzung bewirken. Milchzucker wird im Jejunum und Ileum ebenfalls zum Theil in Milchsäure verwandelt. Das Fett scheint im Darme eine chemische Veränderung nicht zu erleiden, denn die geringe Menge des im Darmsaft vorhandenen freien Alkalis, der man eine verseifende Wirkung auf die Fette zuschrieb, kann eine solche, nach chemischen Analogien zu schliessen, kaum ausüben; wohl aber wird es allmählich in immer feinere und feinere Tröpfchen verwandelt, und zwar betheiligen sich bei dieser Emulsionirung der Fette Bauchspeichel, Darmsaft und Galle. Nach den Beobachtungen von Busch scheint die alkalische Reaction des Dünndarminhalts eine wesentliche Bedingung zur feinsten Emulsionirung des Fettes zu sein, und die Galle scheint bei dem Vorgange weniger direct als indirect betheiligt zu sein, insofern sie nämlich die thierischen Membranen, durch welche die Aufsaugung der Fette erfolgen soll, geschickt macht, das Fett auch ohne Anwendung von Druck hindurchzulassen.

Cl. Bernard hat gefunden, dass der Bauchspeichel die Fähigkeit besitze, Neutralfette in Glycerin und freie Fettsäuren zu zerlegen, allein nach den übereinstimmenden Beobachtungen mehrerer anderer Physiologen wird diese Wirkung durch Beimischung von Magensaft verhindert, und dieselben haben weder im Chymus noch im Chylus freie Fettsäuren nachweisen können; es scheint daher nicht, dass die erwähnte Eigenschaft des Bauchspeichels für die Verdauung von Bedeutung ist (vergl. S. 488). Endlich lässt sich nicht bezweifeln, dass die Darmsäfte auch noch auf einige anorganische Salze des Chymus lösend einwirken werden, wenngleich dieselbe wegen der alkalischen Reaction der unteren Parthie des Darmcanals sich nur auf in Wasser und in Alkalien lösliche Salze wird äussern können.

Im Allgemeinen bestehen aber die Veränderungen des Chymus im Darmrohr darin, dass fort und fort noch Bestandtheile desselben gelöst oder zur Resorption geschickt gemacht werden; da nun aber die Resorption wirklich alsbald nach der nöthigen Vorarbeit der Verdauung erfolgt, so ist es klar, dass in dem Maasse, in dem sich der Chymus vom Pylo-

rus entfernt und in den Darmcanal herabsteigt, die vollkommen unlöslichen Bestandtheile desselben: Cellulose, elastische Gewebe, Horngewebe, Kieselerde und Kochsalz, harzartige Bestandtheile der Galle: Choloidinsäure und Dyslysin u. a. m. über die löslichen allmählich das Uebergewicht gewinnen müssen. Je mehr aber diess der Fall ist, und in dem Maasse, als sich im Dickdarm jene Producte erzeugen, die den üblen Geruch der Fäces besitzen, und wirkliche Fäulnissproducte wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak auftreten, wird der unlösliche und unverdaute Rest des Chymus zu Koth, wenngleich auch im Dickdarm noch Verdauungserscheinungen unter Vermittelung des Darmsaftes erfolgen können.

Fassen wir nun den Verdauungsprocess in seiner Beziehung zu den einzelnen Nahrungsstoffen auf, so können wir Nachstehendes als mehr oder weniger bestimmt constatirt betrachten.

Veränderungen der einzelnen Nahrungsstoffe durch die Verdauung.

Cellulose wird durch die Verdauung nicht verändert, ist demnach unverdaulich, doch wäre es wohl möglich, dass sehr junge Holzfaser, wie sie in den grünen Gemüsen vorkommt, wenigstens zum Theil aufgeschlossen werden könnte; für eine Auflösung derselben bei Pflanzenfressern sprechen mehrere Beobachtungen (Frerichs, Mulder, Donders).

Gummi wird in den Verdauungssäften aufgelöst, aber nicht chemisch verändert; nach den Versuchen von Busch übrigens auch nur sehr unbedeutend resorbirt, und gehört daher ebenfalls nicht zu den verdaulichen Nahrungsstoffen im engeren Sinne. Aehnlich wie Gummi verhalten sich Pectin und Pflanzenschleim.

Stärke wird, wenn sie gekocht oder sonst, wie beim Backen des Brotes, aufgeschlossen ist, durch den Speichel in der Mundhöhle und im Magen, durch den Bauchspeichel und Darmsaft mehr oder weniger rasch in Zucker und zwar in Traubenzucker verwandelt.

Dextrin findet sich im Darme nur in geringen Mengen, und wird daher insofern es überhaupt vorhanden war, jedenfalls sehr rasch in Traubenzucker verwandelt.

Traubenzucker erleidet weder durch den Speichel noch durch den Magensaft eine Veränderung, und findet sich daher bis in den Dünndarm hinein noch als solcher; ein Theil desselben erleidet aber im Darme eine Umwandlung in Milch- und wahrscheinlich auch in Buttersäure. Diese Umwandlung ist in neuerer Zeit bezüglich der Buttersäure von Planer bezweifelt, aber durch seine negativen Beobachtungen nicht widerlegt. Gewiss ist es und von ihm selbst constatirt, dass sich im Dünndarm freies Wasserstoffgas findet, welches sich bekanntlich bei der Buttersäuregährung abspaltet, womit freilich nicht gesagt sein soll, dass das Wasserstoffgas nothwendig daher stamme.

Milchzucker erleidet ausser seiner Lösung bis in den Leer- und

Grimmdarm keine Veränderung, geht aber jedenfalls zum Theil, und insofern er bis dahin noch nicht resorbirt ist, in Milchsäure über.

Rohrzucker wird in Traubenzucker verwandelt. Diese Umwandlung geschieht im Darm durch ein bisher nicht ermitteltes Agens.

Die Fette erleiden weder im Magen noch im Darme eine chemische Veränderung, wohl aber werden sie in letzterem unter Mitwirkung des Bauchspeichels, der Galle und des alkalischen Darmsaftes sehr fein emulsionirt, und in ausserordentlich kleine Tröpfchen vertheilt.

Albuminate werden durch die Wirkung des Magensafts und subsidiär auch durch jene des Bauchspeichels und Darmsaftes allmählich, auch dann, wenn sie ursprünglich durch die freie Säure des Magensafts coagulirt wurden, gelöst, und von dem phosphorsauren Kalk, mit dem sie verbunden waren, getrennt; von letzterem wird wenigstens ein Theil durch die freie Säure des Magensaftes ebenfalls gelöst. Die Albuminate werden dabei wahrscheinlich zum Theil in Peptone und Parapeptone verwandelt. So wenig zweifelhaft diese Umwandlung erscheint, wenn man sich an die künstlichen Verdauungsversuche hält, so hat man doch von mehreren Seiten darauf hingewiesen, dass ein stricter Beweis für diese Umwandlung im lebenden Organismus noch fehle; allein diese Bedenken könnten wohl auf die grosse Mehrzahl der im lebenden Organismus stattfindenden chemischen und physikalischen Vorgänge ihre Anwendung finden, und es wird auf diesem Gebiete wohl noch auf lange hin der Weg der Induction zur Erklärung solcher Vorgänge der am häufigsten einzuschlagende sein. Indem wir den Uebergang der Albuminate in der Verdauung in Peptone für mindestens sehr wahrscheinlich halten, werden wir dazu weniger durch die geltend gemachten teleologischen Gründe bestimmt, die dafür sprechen, dass die Albuminate als solche der Endosmose nicht fähig sind, oder wenigstens ein sehr geringes endosmotisches Aequivalent besitzen, was durch die neuesten wichtigen Untersuchungen Graham's über Dialyse eine weitere Bestätigung findet, als vielmehr durch den Umstand, dass wir die Auflösung der geronnenen und organisirten Albuminate als solche vom chemischen Standpunkte aus anzunehmen gar keinen Grund haben, wohl aber wissen, dass wenn die Verdauungsflüssigkeiten ausserhalb des Organismus diese Auflösung bewirken, die Lösungen nicht mehr die für Albuminate charakteristischen Eigenschaften besitzen. Anzunehmen endlich, dass der Magensaft ausserhalb des Organismus, aber unter sonst möglichst analogen Bedingungen, die Albuminate in einer anderen und zwar in einer so eigenthümlichen Weise lösen sollte, wie innerhalb des Magens, würde voraussetzen, dass dafür ganz bestimmte Gründe vorliegen; solche Gründe fehlen aber durchaus, und insbesondere auch vom chemischen Standpunkte.

Leimgebende Gewebe werden durch den Magensaft, und subsidiär wahrscheinlich auch noch im Darme in lösliche leimartige, aber nicht gelatinirende Substanzen verwandelt.

Knochen werden in der Verdauung fleischfressender Thiere durch den Magensaft in der Weise verändert, dass ihre leimgebende Grundlage zum Theil in der oben geschilderten Weise aufgelöst wird, während von ihren Erdsalzen so viel aufgelöst werden kann, als die disponible freie Säure des Magensafts beträgt.

Elastische sowie auch Horngewebe werden von den Verdauungsflüssigkeiten nicht angegriffen und sind als vollkommen unverdaulich anzusehen.

Ueber die Veränderungen, welche das Nervengewebe sowie jenes der verschiedenen Drüsen, insofern sie als Nahrungsmittel dienen, durch die Verdauungsflüssigkeiten erleiden, sind besondere Versuche nicht angestellt.

Ver-dauungs-gase.

Ueber die im Verlaufe des Verdauungsprocesses sich im Magen und Darmcanal entwickelnden Gase sind von Planer nach den gegenwärtig so scharfen Methoden der Gasanalyse Versuche angestellt, die, mit den älteren S. 496 aufgeführten Versuchen vielfach im Widerspruch stehen.

Planer experimentirte mit Hunden, welche einige Tage hintereinander eine bestimmte Nahrung erhalten hatten. Einige Stunden nach der letzten Mahlzeit wurden die Thiere getödtet, die Wände des Darmcanals sogleich nach Eröffnung der Bauchhöhle mit Fett bestrichen, die einzelnen Abschnitte des Darmes abgebunden, und dann die in den Schlingen enthaltenen Gase über Quecksilber aufgefangen. Da die so gewonnenen Gase durch Diffusion mit den Blutgasen bereits eine Zusammensetzungsänderung erlitten haben konnten, so schlug Planer auch noch den Weg ein, den Magen- und Darminhalt unmittelbar über Quecksilber zu bringen, setzte ihn dann einer Temperatur von 25 bis 30°C. aus, und analysirte dann die durch Gährung entstandenen Gase.

Wir stellen die Resultate seiner Versuche tabellarisch zusammen.

Versuchsbedingungen	Magen			Dünndarm				Dickdarm			
	In 100 Vol. Gas			In 100 Vol. Gas				In 100 Vol. Gas			
	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure	Wasserstoff	Schwefel-wasserstoff	Stickstoff
I. Fleischfütterung.											
5 Stunden nach der Mahlzeit	25,2	6,1	68,7	40,1	13,9	0,5	45,5	74,2	1,4	0,8	23,0
Nach 8tägiger Gährung	—	—	—	—	—	—	—	98,7	—	1,3	—
II. Fleischfütterung.											
3 Stunden nach der Mahlzeit	—	—	—	28,6	3,9?	—	67,4	84,1	2,4	0,2	13,3
Nach 24stündiger Gährung	—	—	—	80,7	19,3	—	—	99,0	—	1,0	—
Nach 14tägiger Gährung	—	—	—	—	—	—	—	99,8	—	0,2	—
III. Brotfütterung.											
5 Stunden nach der Mahlzeit	—	—	—	38,8	6,3	0,7	54,2	—	—	—	—
IV. Hülsenfrüchte.											
5 Stunden nach der Mahlzeit	32,9	0,8	66,3	47,3	48,7	—	4,0	65,1	29	—	5,9
Nach 24stündiger Gährung	—	—	—	66,2	33,8	—	—	98,1	1,9	—	—
Nach 3wöchentlicher Gährung	—	—	—	73	27	—	—	100	—	—	—

Nach diesen Untersuchungen findet bei normaler Verdauung Gasentwickelung im Magen nur ausnahmsweise statt, und es ist sogar wahrscheinlich, dass, wo sich Gas im Magen findet, dieses von mit dem Speichel herabgeschluckter Luft wenigstens zum grossen Theile herrührt, deren Sauerstoff absorbirt wurde.

Wasserstoff wurde in den Magengasen niemals aufgefunden.

Da Planer beobachtet hatte, dass sich bei der Gährung des Dünn- und Dickdarminhaltes eine freie Säure entwickelt hatte, auf deren Zunahme die Gährung schwächer wurde, während sie nach der Neutrali-

sation der Säure wieder lebhafter wurde, so stellte er Versuche an, um zu ermitteln, ob die freie Säure des Magensaftes Grund der im Magen so seltenen Gasentwickelung sei. Aus diesen Versuchen ergab sich die Richtigkeit dieser Voraussetzung, und zugleich, dass Zusatz von Magnesia zur Nahrung die Bildung der Gase im Darmcanal, namentlich auch des Wasserstoffs, befördert, Zusatz von Säuren dagegen sie hemmt. Thatsachen, welche die praktische Medicin unter Umständen verwerthen kann.

In den weiteren Stadien der Verdauung im Darmcanal, findet obigen Versuchen zufolge sowohl bei Fleisch- als bei Pflanzenkost anfänglich Bildung von Kohlensäure und Wasserstoff, später nur Bildung von Kohlensäure statt, ein Wechsel der Gasentwickelung, welcher mit dem Eintritt des Dünndarminhaltes in den Dickdarm, und der hier vor sich gehenden Fäcalbildung zusammenhängt. Nach Fleischkost geht bei letzterer die Bildung von Schwefelwasserstoffgas vor sich, welches Gas bei Pflanzenkost von Planer niemals beobachtet wurde; bei Fleischkost fand sich und bildete sich meist sehr wenig Gas im Dünndarm, während bei Pflanzennahrung das Gas in grosser Menge auftrat. Kohlenwasserstoff endlich konnte Planer niemals in den Verdauungsgasen der Hunde nachweisen.

Bei der Untersuchung der Gase aus dem Verdauungscanal menschlicher Leichen ergaben sich nachstehende Resultate:

In 100 Vol. Gas	Magengase		Dünndarmgase		Dickdarmgase		
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	III.
Kohlensäure . . .	20,79	33,83	16,23	32,27	30,64	34,80	34,19
Wasserstoff.	6,71	27,58	4,04	35,55	—	—	—
Kohlenwasserstoffgas (C_2H_4) . . .	—	—	—	—	—	—	12,88
Schwefelwasserstoff .	—	—	—	Spur	—	—	Spur
Stickstoff	72,50	38,22	79,73	31,63	69,36	65,20	50,20
Sauerstoff	—	0,37	—	0,55 ?	—	—	2,73 *

Die bereits S. 494 über die Verwerthung derartiger Analysen ausgesprochenen Bedenken gelten natürlich auch für diese, doch verdienen die Angaben von Planer schon aus dem Grunde grösseres Vertrauen, weil sie nach exacten Methoden und mit Umsicht angestellt sind. Die Umstände, unter welchen in einem einzigen Falle in den Dickdarmgasen des Menschen Grubengas nachgewiesen wurde, deuteten auf eine abnorme Gährung des Darminhaltes hin.

*) Von hinzugetretener atmosphärischer Luft herrührend.

Planer ermittelte ausserdem im Laufe seiner Untersuchungen, dass zwischen Blut- und Darmgasen eine sehr rasche Diffusion stattfindet; von besonderem Interesse ist die von ihm gemachte Beobachtung, dass Schwefelwasserstoff ausserordentlich rasch ins Blut übertritt. Schon 1 bis 2 Minuten nach Injection von mit dem zehnfachen Volumen Wasserstoffgas verdünntem Schwefelwasserstoffgase in den Dickdarm von Hunden traten Vergiftungserscheinungen auf. Planer wies im Blute den diffundirten Schwefelwasserstoff nach, konnte aber selben in der exspirirten Luft nicht constatiren.

Worin die von Planer erhaltenen analytischen Resultate von den älteren abweichen, ist durch Vergleichung mit letzteren S. 496 mitgetheilten nachzusehen.

Aufsaugung.

Aufsaugung.

Von dem, was als Speise und als Drüsensaft in den Darm eingeführt wird, tritt nur ein kleiner Theil als Koth aus dem Rectum, der bei weitem grössere wird auf seinem Wege durch den Darm aufgesogen, und zwar zum Theil von den Lymph- und Chylusgefässen, zum Theil von den Blutgefässen, und dadurch die Assimilation der Nahrung vollzogen.

Resorption der Fette.

Die Aufsaugung der wässerigen Lösungen kann durch Lymph- und Blutgefässe von statten gehen, sie kann daher unzweifelhaft schon im Magen beginnen. Diess gilt aber nicht für die Fette, diese können von den Lymph- und Chylusgefässen nur insofern resorbirt werden, d. h. durch die Wand, welche die Höhlungen des Darms und der Chylusgefässe von einander scheidet, treten, als sie im Darmcanal vorher eine mechanische Vorbereitung erlitten haben, die darin besteht, dass sie zu höchst feinen Tröpfchen vertheilt, und wahrscheinlich auch mit einer Art Hülle versehen werden. Für die Anwesenheit dieser letzteren spricht der Umstand, dass die Tröpfchen gewöhnlich nicht zusammenfliessen, wenn sie auch unter einem merklichen Druck in einen engen Raum zusammengedrängt werden. Die Bedingungen der feinen Vertheilung der Fette im Darm haben wir weiter oben bereits kennen gelernt. Ausnahmsweise scheint aber doch auch etwas Fett schon aus dem Magen aufgesaugt werden zu können, wie diess Kölliker bei Säuglingen beobachtet haben will. Auch im Dickdarm erfolgt für gewöhnlich keine Fettresorption mehr, so dass das Fett vorzugsweise im Dünndarm resorbirt wird.

Die Resorption der Fette wird durch die Anwesenheit der Galle sehr wesentlich unterstützt; die Belege für diesen Satz haben wir bereits S. 467 und 480 erörtert, und fügen daher nur Einiges zur Erklärung dieser Thatsache hinzu. Meist erklärt man sie dadurch, dass die Galle den Widerstand mindere, welchen die Poren dem Durchgang entgegensetzen. Dieses könnte aber auf verschiedene Weise geschehen; z. B. dadurch, dass die in die Schleimhaut eingedrungene Galle die Porenform änderte,

und die Festigkeit des Gewebes verringerte, oder dadurch, dass sie die Porenwände schlüpfriger machte, oder endlich dadurch, dass sie die Fetttröpfchen geeigneter machte, sich den Formen der Porencanälchen anzuschliessen, indem sie die sogenannte Tropfenspannung des Fettes herabsetzt (C. Ludwig). Absolut nothwendig für die Resorption der Fette ist die Galle nicht, denn dieselbe erfolgt auch bei Abfluss der Galle nach aussen; es scheint daher diese Function der Galle vom Bauchspeichel vertreten werden zu können. Wird Bauchspeichel und Galle gleichzeitig ausgeschlossen, so wird nach Busch nur ein Minimum, vielleicht auch gar kein Fett mehr resorbirt.

Da die Kräfte, welche das Fett in die Chylusgefässe treiben, und die entgegenstehenden Widerstände überwinden, aus den Diffusionsgesetzen, welche eine innige Vermischung der diffundirenden Flüssigkeiten voraussetzen, nicht abgeleitet werden können, so muss ein in der Richtung vom Darm zum Zottenraum wirkender Druck vorausgesetzt werden, der aber nicht näher nachgewiesen ist.

Resorption der wässerigen Lösungen der verdauten Nahrungsstoffe.

Der Uebertritt der wässerigen Lösungen der verdauten Speisen erfolgt durch Blut- und Lymphgefässe nach Diffusionsgesetzen; eine Diffusion setzt aber immer zwei in entgegengesetzter Richtung gehende Strömungen voraus; dass nicht allein Substanzen aus dem Darm in das Blut diffundiren, sondern auch umgekehrt, ist auf directem Wege erwiesen; der Diffusionsstrom aber in der Richtung vom Darme zum Blute wird durch gewisse Verhältnisse ausserordentlich begünstigt: 1) Die Lösung der im Darme befindlichen Stoffe ist eine sehr verdünnte, da die zu verdauenden Substanzen nur sehr allmählich gelöst werden, und die in den Darm sich ergiessenden Säfte sehr wasserreich sind, das Blut aber ist die concentrirteste aller thierischen Flüssigkeiten; 2) das Blut ist in beständiger Bewegung, und kaum durch wässerige Darmflüssigkeit verdünnt, wird es sofort wegbewegt, und durch concentrirteres ersetzt; 3) ein Theil des Darminhaltes zeigt normal saure Reaction, während die zur Aufnahme der Darmlösung bestimmten Säfte stark alkalisch reagiren. — Jedenfalls setzt eine ungehinderte Diffusion einen möglichst gleichbleibenden Concentrationsgrad des Blutes voraus. Bei Aufnahme grosser Wassermengen würde dieser letztere aber nicht erhalten werden können, wenn nicht der Ueberschuss sofort wieder durch reichliche Ausscheidung durch Lungen, Haut und Nieren entfernt würde (Liebig).

durch die Blutgefässe

Demzufolge führt der Diffusionsstrom aus dem Darm in das Blut Wasser, die wässerigen Lösungen von Salzen mit anorganischen und organischen Säuren, Farbstoffe und Zucker.

Ein directer Uebertritt von Fetten aus dem Darm in das Blut erscheint trotz einiger dafür angeführter, aber nicht beweiskräftiger Beobachtungen unwahrscheinlich. Dass Zucker, Farbstoffe und gewisse Salze aus dem Darm direct ins Blut resorbirt werden können, ist auf directem Wege und zwar dadurch erwiesen, dass man sie, während sie allmählich aus dem Darmcanal verschwanden, sofort wieder im Blute auffand, oder

dass man sie im Harn auffand, nicht aber im Chylus, oder sie auch dann im Harn nachwies, nachdem man die Chylusgefässe zerstört hatte, die aus einem abgegrenzten, mit den bezeichneten Stoffen gefüllten Darmstücke hervorgehen.

Durch Blut- und Chylusgefässe.

Durch Blut- und Chylusgefässe werden Wasser, Zucker, Albuminate und Salze resorbirt.

Mengenverhältnisse der Resorption der einzelnen Nahrungsstoffe.

Ueber die Frage, wieviel der gesammte Darmcanal von den einzelnen Nahrungsstoffen innerhalb eines gewissen Zeitraumes, z. B. innerhalb 24 Stunden aufnehmen kann, und wie sich das Verhältniss der Resorptionsfähigkeit für die verschiedenen Nahrungsstoffe und Nahrungsbestandtheile gestaltet, sind vielfache Versuche angestellt.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich für die Resorptionsfähigkeit der Nahrungsstoffe folgende von den grösseren zu den kleineren Werthen absteigende Reihe:

Wasser. Von Wasser können viele Pfunde resorbirt werden, wie die tägliche Erfahrung lehrt, und es auch nach dem Verhalten des Wassers zu thierischen Membranen leicht erklärlich ist. Das Wasser concentrirter Lösungen dagegen, besonders solcher Salze, welche nur schwierig die thierischen Membranen durchdringen (schwefelsaure Salze z.B.), verlässt langsamer die Darmhöhle, da es durch seine Verwandtschaft zum Salze zurückgehalten wird, und nur in dem Maasse resorbirt werden kann, in welchem die Lösung durch Uebertreten von Salz an Concentration verliert.

Zucker. Auch Zucker kann täglich pfundweise resorbirt werden, namentlich wenn nicht zu viel auf einmal von diesem Stoffe aufgenommen wird, sondern die Einverleibung in dem Maasse geschieht, als er resorbirt wird. Diese Verhältnisse sind aber bei der Verdauung von Amylaceis gegeben. Die Resorption des Zuckers wird dadurch sehr befördert, dass er auf der ganzen Darmfläche durch Blut- und Chylusgefässe resorbirt werden kann, und aus dem Blute selbst wieder, sei es durch Umsetzung oder durch Ausscheidung, verschwindet.

Albuminate. Auch diese können täglich bis zu einem Pfunde und darüber resorbirt werden. In welcher Weise die Resorption derselben erfolgt, ist in zweifacher Beziehung noch controvers. Es ist nämlich noch keineswegs endgültig entschieden, ob dieselben nur von den Chylusgefässen aufgesaugt werden können, oder ob sie wenigstens zum Theil direct ins Blut übergehen, und anderseits hat man bestritten, dass die Albuminate vor ihrer Resorption nothwendig in Peptone umgesetzt werden müssen. Es ist nicht zu leugnen, dass es unserem teleologischen Instincte widerstrebt, dass die Natur eine Substanz so wesentlich verändern sollte, nur um sie jenseits der Chylusgefässe wieder in die ursprüngliche zurückzuverwandeln, und nur um sie resorptionsfähig zu machen; es kann ferner nach den vorliegenden Beobachtungen kaum bezweifelt werden, dass für in wässeriger gewöhnlicher Lösung befindliche Albumi-

nate eine solche Umwandlung für ihre Resorption keineswegs unumgänglich erscheint, allein anderseits ist es ebenso gewiss, dass die Resorbirbarkeit der Peptone eine viel bedeutendere ist, wie jene der unveränderten Albuminate, sowie dass in den Auflösungen der geronnenen und organisirten Albuminate, sowie sie durch die Verdauungsflüssigkeiten bewirkt werden, kein unverändertes Albuminat mehr enthalten ist. Wer also den Uebergang dieser Albuminate in Peptone im Verdauungscanal leugnet, hätte zuerst eine andere Form ihrer Lösung zu beweisen, er hätte zu beweisen, dass durch Magensaft geronnene und organisirte Albuminate als solche aufgelöst werden können (vergl. S. 452).

Fette. Die Aufsaugung der Fette ist innerhalb engerer Grenzen eingeschlossen, wie jene der bis nun abgehandelten Nahrungsstoffe. Diess erklärt sich schon aus dem Mechanismus und der beschränkten Localität der Fettresorption. Nach den Beobachtungen, die Berthe an sich selbst angestellt hat, sind aber nicht alle Fette gleich leicht resorbirbar. Von Leberthran, Butter und anderen thierischen Fetten können, wenn sie einer gemischten Nahrung zugesetzt werden, bis zu 50, meist aber nur etwa 30 Grm. in 24 Stunden resorbirt werden, während von Mandel-, Oliven- und Mohnöl täglich nur etwa 20 Grm. und weniger resorbirt wurden. Ludwig macht mit Recht darauf aufmerksam, dass diese Zahlen gegen bekannte Erfahrungen an nördlichen Völkern bedeutend abstechen, und daher jedenfalls nur subjective Geltung beanspruchen können.

Anorganische Salze. Unter diesen steht allen an Resorbirbarkeit das Kochsalz voran, welches bis zu 30 Grm. täglich resorbirt werden kann (Kaupp); dem Kochsalz zunächst steht das phosphorsaure Natron, von welchem nach Sick's Versuchen etwa 12 Grm. täglich resorbirt werden können. Von den Alkalisalzen ist das schwefelsaure Alkali am wenigsten resorbirbar; es werden von ihm nur etwa 6 Grm. täglich resorbirt. Eine noch zu erledigende Frage ist es, ob alkalische Erden an Phosphorsäure gebunden, die durch die Säure des Magensaftes gelöst sind, an und für sich resorbirt werden können; da Blut und Chylus alkalisch reagiren, so sollte man denken, dass sie an den Grenzen dieser Flüssigkeiten wieder niedergeschlagen werden müssten. Es müsste denn sein, dass sie im Darmcanal noch eigenthümliche Verbindungen eingingen, in welchen sie auch in alkalischen Flüssigkeiten löslich wären. Thatsache ist es, dass dem Futter eines Kalbes beigemengte phosphorsaure alkalische Erden reichlich resorbirt wurden (J. Lehmann).

Gummi scheint nach den Beobachtungen von Boussingault gar nicht resorbirbar zu sein. Auch Busch fand nach Aufnahme von Gummi durch den Mund nur sehr wenig desselben bis zum oberen Drittheil des Dünndarms verschwunden.

Im Allgemeinen ist die Resorption des Nahrungsbreies auch abhängig von der Aufenthaltsdauer desselben im Darmcanale. Diese aber hängt ihrerseits wieder ab von der Bewegung des Darms und von dem Widerstande, welchen die Consistenz des Breies der Fortschaffung ent-

gegensetzt. Unter normalen Verhältnissen ist durch den Mechanismus und die Art der Verdauung dafür gesorgt, dass das Verweilen des Chymus im Darmrohr kein zu kurzes, und die Abnahme seiner Consistenz keine zu bedeutende ist.

Bilanz der Einnahmen und Ausgaben der thierischen Oekonomie.

Chemische Statik der Ernährung.

Als das Endziel aller physiologischen Forschung im Gebiete der Ernährung müssen wir unter allen Umständen ansehen: die Bedingungen festzustellen, unter welchen der Mensch oder ein bestimmtes Thier am zweckmässigsten, d. h. mit dem möglichst geringen Aufwande und mit den geeignetsten Mitteln ernährt, oder auf einen bestimmten und im gegebenen Falle gewünschten Ernährungszustand gebracht wird. Dieses Ziel ist aber noch nicht erreicht und es wird erst dann erreicht werden können, wenn eine Reihe von Vorfragen zur definitiven Erledigung gekommen sein wird. Die wichtigsten und nächstliegenden dieser Fragen sind folgende:

Zu erledigende Fragen.

1) Wieviel betragen die Ausgaben des Körpers unter verschiedenen Lebensbedingungen und in einer gegebenen Zeit, wie vertheilen sie sich auf Haut und Lunge, Darm und Nieren, und wovon ist ihr Betrag im Allgemeinen, und ihr Wechsel in der Vertheilung abhängig, unter welchen Bedingungen findet eine allgemeine oder einseitige Steigerung oder eine allgemeine oder einseitige Verminderung derselben statt? Die betreffenden Werthe sind natürlich für jede Thierspecies und für den Menschen besonders zu ermitteln und auf einen allgemeinen Ausdruck zurückzuführen.

2) Wieviel müssen die Einnahmen betragen, um die Ausgaben völlig zu decken und das Körpergewicht unverändert zu erhalten, sonach den Gleichgewichtszustand zu erhalten, unter welchen Bedingungen wird der letztere gestört, wie gestalten sich die Ausgaben bei unzulänglicher oder gänzlich fehlender Einnahme, wann nimmt das Körpergewicht ab, und auf Kosten welcher Körperbestandtheile erfolgt unter bestimmten Voraussetzungen diese Abnahme?

3) Unter welchen Bedingungen erfolgt Ansatz, d. h. eine Gewichtsvermehrung bestimmter Organe und Körperbestandtheile, und wodurch wird bei allgemeiner Zunahme des Körpergewichts dieselbe hervorgerufen, wodurch kann man einen einseitigen Ansatz des Fettes, des Fleisches, der Knochen u. s. w. bewirken?

So wie die Sache gegenwärtig liegt, ist durch eine ganze Reihe mühevoller, ausdauernder und umsichtiger Untersuchungen, unter welchen die von Bidder und Schmidt (1852) und von Bischoff und Voit (1860) die umfassendsten sind, wenig mehr als ein Anfang zur Beantwortung dieser und anderer Fragen gemacht, so wichtige Folgerungen man immerhin auch jetzt schon aus ihnen ziehen kann.

Wenn man sich die enormen Schwierigkeiten, welche sich der Lösung der Aufgabe entgegenstellen, nur einigermaassen vergegenwärtigt, so kann dies nicht befremden. Es handelt sich hier vor Allem um Zahlen, die alles oder nichts beweisen, letzteres in allen den Fällen, wo sie entweder nicht als allgemein gültiger, wenn auch nur annähernder Ausdruck der Wahrheit angesehen werden können, oder wo sie selbst für einen bestimmten gegebenen Fall unzuverlässig erscheinen.

Die bisherigen Untersuchungen sind Vorarbeiten zur Erledigung dieser Fragen, und meist an Thieren angestellt

Es können alle bisher angestellten Untersuchungen über die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels nur als Vorarbeiten betrachtet werden, durch welche der Weg zur Lösung der eigentlichen Aufgabe wohl mehr und mehr geebnet wurde, ohne dass aber dadurch diese letztere selbst ernstlich in Angriff genommen ist.

In der Physiologie wird es immer als eine Sache von grösster Wichtigkeit angesehen werden müssen, das stoffliche Leben, wie es sich im menschlichen Organismus gestaltet, entweder direct zu erforschen. oder die an Thieren angestellten Versuche so einzurichten, dass die erlangten Ergebnisse auf den Menschen übertragen werden können, denn es ist doch die hervorragendste praktische Bedeutung der Physiologie, dem wissenschaftlichen Arzt in seiner ihm gestellten Aufgabe als Leuchte zu dienen.

Die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels aber am Menschen direct zu studiren, ist eine Aufgabe, die mit den bisher zu Gebote stehenden Hülfsmitteln nicht mit Aussicht auf einigen Erfolg zu unternehmen war; es beziehen sich daher gerade diejenigen Untersuchungen, die an und für sich die werthvollsten und umsichtigsten sind, auf Thiere, deren Ernährungsverhältnisse von jenen des Menschen mehr oder weniger abweichen, und daher nur innerhalb gewisser Grenzen Rückschlüsse auf den menschlichen Organismus zulassen. Aber selbst bei Thieren ist es keine einfache Aufgabe, die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels und ihre Abhängigkeit von gewissen Einflüssen zu bestimmen, da das Versuchsergebniss immer die Resultirende einer grossen Zahl von Einwirkungen ist. Auch bei der regelmässigsten Lebensweise finden in der Masse des Körpers fortwährende Schwankungen statt, womit sich der Stoffumsatz ganz ungemein ändert; diese Schwankungen sind daher stets zu verfolgen und in ihrem Wirkungswerthe zu übersehen. Ebenso genau müssen die Wirkungen der verschiedenen Qualität und Quantität der Nahrung bekannt sein, und deren Zusammensetzung während einer Versuchsreihe möglichst gleich gehalten werden. Wenn wir nun diesen kritischen Maassstab an die vorhandenen Untersuchungen anlegen, so kommen wir zu dem Resultate, dass sie alle auf mehr oder weniger schwankender Grundlage beruhen, insofern es sich dabei nicht einfach um Gewichtsabnahme oder Gewichtszunahme des Versuchsthieres handelt. So wie es sich darum handelt, zu bestimmen, was bei einer Gewichtszunahme angesetzt wurde, ob Fleisch, Fett, leimgebende oder Horngewebe, Knochen etc., oder alles diess, und von welchen Körperbestandtheilen

die die Einnahmen übersteigenden Ausgaben bestritten werden, hat man keinen festen thatsächlichen Boden mehr unter sich, und wird auf die treulose See der Hypothesen hinausgestossen. Es ist heute noch nicht möglich, die Vorgänge des inneren Stoffwechsels statistisch zu behandeln, und alle Versuche, diese Aufgabe zu lösen, konnten bisher nicht zum gewünschten Ziele führen und erscheinen als ein mitunter gefährliches Spiel mit Zahlen.

Bei derartigen Untersuchungen handelt es sich nicht darum, die Zahlen auf eine oft verwirrende Weise zu vervielfältigen, sondern es hängt ihr Werth immer nur von der Methode ab, durch die sie gewonnen sind. Sie müssen directe Werthe, aber keine Differenzwerthe sein. Wenn selbst bei einfachen analytischen Operationen, wo die quantitativen Bestimmungen eine erfahrungsmässig grosse Schärfe besitzen, Berechnungen einzelner Elemente oder Bestandtheile aus dem Verlust immer ihr Bedenkliches haben, und zwar deshalb, weil alle directen Beobachtungsfehler sich in diesem Verlust geltend machen — wir erinnern nur an das Taurin, für welches man früher aus dem Verlust 64,0 Proc. Sauerstoff berechnete, während es sich hinterher herausstellte, dass darin 25,6 Proc. Schwefel einbegriffen waren, den man früher übersehen hatte —, so ist diess in noch viel höherem Grade bei quantitativen Stoffwechselversuchen der Fall, wo selbst die directen Bestimmungen der Elemente der Nahrung ein- für allemal als Standardzahl allen weiteren Berechnungen zu Grunde gelegt werden, und dadurch mannigfach Fehlerquellen in sich schliessen.

Allein, wenn auch Einnahmen und Ausgaben, die Nahrung, der Harn, der Koth und die Producte der Perspiration auf das Genaueste durch directe Bestimmungen festgestellt würden, so bliebe doch noch immer ein Factor der Berechnung der Ausgaben ausser Ansatz, der Verlust, welchen der Körper durch Abschuppung der Horngebilde, durch Schleimexcretion, Speichelexcretion u. s. w. erleidet; da ferner die Elemente des Körpers in den Ausgaben in einfacheren Verbindungen austreten, so ist es nicht möglich, einen Ueberschuss der Ausgaben mit Sicherheit auf gewisse Körperbestandtheile zu beziehen. Für den Stickstoff ist es freilich unzweifelhaft, dass er von stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen stammt, aber deshalb muss er nicht gerade vollständig vom Fleisch, er kann auch zum Theil von umgesetzten leimgebenden Geweben stammen. Es ist nicht die Schuld der Beobachter, dass allen diesen Prämissen zur Zeit nicht genügt werden kann, und das Verdienst, was sie sich durch ihre mit grosser Aufopferung an Zeit und Mühe ausgeführten Untersuchungen unzweifelhaft erworben haben, bleibt durch obige Bemerkungen ungeschmälert; aber wir durften die Bedenken nicht verschweigen, um es zu rechtfertigen, dass wir auf ihre Zahlen hier nicht näher eingehen. Wo es sich um eine wirkliche Buchhaltung handelt, müssen unter Soll und Haben die wahren Werthe eingetragen sein,

sonst ist die Bilanz nur eine illusorische, nicht allein in der Kaufmannswelt.

Gehen wir nun in die Sache selbst ein, so müssen wir vor Allem hervorheben, dass die Frage, wie gross die Einnahmen eines Organismus sein müssen, um die Ausgaben, welche die Folge des normalen Ablaufs der thierischen Functionen sind, zu decken, als noch ungelöst zu betrachten ist. Weder die directe Bestimmung der factischen Einnahmen giebt Aufschluss über ihre nothwendige Normalgrösse, noch gestattet die directe Bestimmung der täglichen Ausgaben einen gültigen Rückschluss auf dieselbe, noch endlich sind wir im Stande, den mit den Functionen verknüpften Stoffverbrauch theoretisch zu berechnen. Vor Allem kommt hierbei in Betracht, dass die in den Organismus eingeführten Massen die in ihm vorhandenen und organisirten nicht einfach verdrängen, sondern dass sich die austretenden Atome bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der Zufuhr aus ihren bisherigen Verbindungen abtrennen.

Unmöglichkeit, die gewonnenen Resultate auf andere Thiere oder den Menschen ohne Weiteres zu übertragen, oder überhaupt zu verallgemeinern.

Die Quantität der Nahrung kann in weiten Grenzen wechseln, dasselbe gilt aber auch von den Ausgaben; auch sie sind keine constanten lediglich von der Intensität des normalen Stoffumsatzes bestimmten Grössen, sondern hängen zunächst von den Einnahmen ab, aber letztere richten sich keineswegs nach den ersteren. So lange das Körpergewicht unverändert bleibt, muss die Summe der Ausgaben jene der Einnahmen decken, allein die absoluten Grössen beider können dabei ausserordentlich verschieden sein. Ebenso wenig führt ein anderer Weg, den man eingeschlagen hat, zum gewünschten Ziele. Man liess Thiere ohne alle Nahrung, und eliminirte dadurch alle Einnahme mit Ausnahme des inspirirten Sauerstoffs, ermittelte die Grösse der Ausgaben, die nun allerdings nur vom Organismus selbst geliefert werden konnten, und berechnete daraus die diesen Ausgaben adäquaten zur Deckung nöthig gewesenen Einnahmen; dieser Weg schliesst die Voraussetzung in sich ein, dass die Ausgaben hungernder Thiere dieselben seien, wie die normal ernährter, aber diese Voraussetzung ist entschieden falsch. Aber gesetzt auch, wir hätten durch den Vergleich der Einnahmen mit den Ausgaben bei vollständiger Ernährung und gleichbleibendem Körpergewicht einen Ausdruck für die zur Erhaltung dieses Gleichgewichtszustandes nöthige Grösse der Einnahmen gefunden, so wäre diese Grösse nur als Ausdruck des ganz besonderen Falles und der dabei gegebenen Bedingungen zu verwerthen, denn wir wissen, dass der Bedarf an Einnahmen auch bei einem und demselben Individuum keine constante Grösse ist, sondern von einer Fülle von Umständen abhängig ist, von allen jenen, die auf die Energie des Stoffwechsels mehr oder weniger bestimmend einwirken. Die Grösse des Bedarfs wäre dabei nicht nur allein für jede Thierspecies, sondern auch für jedes einzelne Individuum unter den verschiedenen erdenklichen Lebensbedingungen zu finden. Wenn man demungeachtet Zahlen für den täglichen Bedarf an den einzelnen Nahrungsstoffen aufgestellt hat (vergl. S. 749), so sind diese Zahlen aus statistisch-

empirischen Daten abgeleitete Werthe, die sich von der Wahrheit vielleicht nicht allzusehr entfernen, wenn sie auf eine möglichst grosse Anzahl von Individuen bezogen werden, die aber für das einzelne Individuum ohne alle Geltung sind, und selbst als Durchschnittszahlen vor einer ernsten Kritik nicht Stand halten.

Ebenso wenig nun, als ein allgemeiner Ausdruck für die Grösse der Einnahmen und Ausgaben des Thierkörpers möglich ist, ebenso wenig ist die Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Excretionsorgane bei verschiedenen Thieren, ja selbst nicht einmal bei Thieren derselben Classe eine gleiche; es existirt keine allgemein gültige Stoffwechselgleichung; die bei einem Thier hierfür aufgefundenen Werthe, oder die auf die Gewichtseinheit dieser Thiere berechneten können daher durchaus nicht auf ein anderes übertragen und so verwerthet werden, es wären also auch diese Werthe für jedes Thier gesondert festzustellen.

Es bedarf nach dem Gesagten wohl keiner weiteren Auseinandersetzung, dass die im Gebiete der Stoffwechselstatistik noch zu lösenden Aufgaben auf viele Jahre hinaus die vereinten Kräfte der Physiologen in Anspruch nehmen müssen, und dass hier ein Feld von grösster Ausdehnung zur Bebauung vorliegt. Insofern sich die unten folgenden Angaben nicht auf direct gefundene Werthe beziehen, geben wir sie mit allem Vorbehalt, und nur gewissermaassen beispielsweise. Wir haben uns ferner überall eines Eingehens auf die hypothetischen aus den Versuchen gezogenen Folgerungen enthalten, weil dieselben der Discussion gerade jetzt erst unterliegen, und selbst in eine kritische Discussion darüber einzugehen, Plan und Zweck des vorliegenden Werkes nicht gestatten.

Wir beschränken uns daher in Nachstehendem auf einige Mittheilungen über den Stoffwechsel beim Hunger, bei verschiedener Art der Nahrung, bei Carnivoren, Omnivoren und Herbivoren, und über die Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Excretionsorgane.

Stoffwechsel beim Hungern.

Verhältniss der Ausgaben bei hungernden Thieren. Aus den übereinstimmenden an verschiedenen Thieren angestellten Beobachtungen von Chossat, Bidder und Schmidt, Bischoff und Voit geht hervor, dass das Thier beim Hungern fortwährend an Gewicht verliert, indem es bis zu seinem Tode Harnstoff, Kohlensäure und Wasser ausscheidet, sonach von seinem eignen Fleische und Fette zehrt. Der Stoffverbrauch ist beim Hungern im Allgemeinen um so grösser, je grösser die Masse des Thieres; ein gut genährtes Thier verbraucht mehr als ein schlecht genährtes. Der absolute tägliche Gesammtverlust nimmt im Allgemeinen mit der Dauer der Hungerzeit ab, weil die Masse des Thieres immer mehr abnimmt. Wir geben für diese Sätze einige Beispiele aus Bischoff und Voit's Untersnchungen, die zugleich erläutern sollen, nach welcher Methode dieselben angestellt wurden.

Methode und Berechnung von Bischoff und Voit.

Bischoff und Voit liessen einen Hund während sechs Tagen hungern,

nachdem er sieben Tage lang vorher eine reichliche Fleischnahrung erhalten hatte. Wasser wurde ihm vorgesetzt, allein mit Ausnahme einer einmaligen kleinen Quantität verschmähte er es. Es wurde nun bestimmt und zwar von Tag zu Tag: das Gewicht des Thieres, des Harns, des Harnstoffs und eventuell des Kothes. Aus der Menge des Harnstoffs, resp. des darin enthaltenen Stickstoffs wurde das Gewicht der umgesetzten stickstoffhaltigen Körperbestandtheile berechnet, indem man dabei von der Voraussetzung ausging, dass aller Stickstoff derselben als Harnstoff wieder erschien, was durch controlirende Versuche für das Versuchsthier als festgestellt angesehen wurde. Der übrige Verlust musste Fett oder Wasser, oder beides gewesen sein, da aber Material zum Athmen und zur Wärmebildung geliefert werden musste, so wurde jener Rest auf Fett bezogen.

Wir stellen beispielsweise die Daten der sechstägigen Versuchsreihe und die darauf gegründete Berechnung der Ausgaben zusammen.

Versuchstage	Gewicht des Thieres in Kilos	Nahrung	Gesoffenes Wasser	Harn in CC.	Harnstoff in Grm.	Koth
1. Tag	33,310	0	0	202	24,482	0
2. „	32,720	0	0	225	25,560	0
3. „	32,140	0	0	205	22,754	0
4. „	31,620	0	0	203	20,300	0
5. „	31,110	0	63,0	135	13,230	0
6. „	30,750	0	0	160	15,232	0
7. Tag	30,330	0	63,0	1130	121,558	0

Einnahme.

Der Hund verzehrte von seinem eigenen Fleisch und Fett etc.	Wasser	Stickstoff	Kohlen-stoff	Wasser-stoff	Sauerstoff
1668 Grm. von seinem Fleische	1266,0	56,73	208,8	28,86	85,9
1312 Grm. Fettgewebe mit 1128,3 Fett	183,7	0	891,3	124,10	112,8
Wasser (gesoffen)	63,0				
	1512,7	56,73	1100,1	152,96	198,7

Ausgaben.

1130 CC. Harn	1048,0	56,73	24,4	8,20	32,6
Bleiben für Haut und Lungen	464,7	0	1075,7	144,76	166,1

Absoluter und proportionaler Gesammtverlust des hungernden Hundes nehmen mit der Hungerzeit und mit der Masse des Thieres ab.

Vergleichen wir den Gesammtverlust und den proportionalen Verlust (auf 1 Kilo Körpergewicht), welche das Thier während der sechstägigen Hungerperiode an wägbaren Stoffen erlitten hat, so kommen wir zu nachstehenden Verhältnissen:

Körpergewicht in Kilo	Gewichtsverlust in Kilo	Gewichtsverlust auf 1 Kilo Körpergewicht in Grm.
33,31	0,59	18
32,72	0,58	18
32,14	0,52	16
31,62	0,51	16
31,11	0,42	14
30,75	0,42	14

Diese Zahlen zeigen, dass nicht allein der absolute tägliche Gesammtverlust mit der Hungerzeit abnimmt, sondern auch der proportionale, dass mithin mit der abnehmenden Masse des Thieres auch der Stoffverbrauch ein geringerer wird.

Constatiren wir nun die Vertheilung der Ausgaben an Wasser, Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auf die verschiedenen Excretionsorgane, so erhalten wir folgende Zusammenstellung:

Excretionsorgane	Gesammt-verlust in Grm.	Wasser	Kohlen-stoff	Wasser-stoff	Stick-stoff	Sauer-stoff
Durch Haut und Lungen	1851,26	464,7	1075,7	144,76	0	166,1
Durch die Nieren . .	1169,93	1048,0	24,4	8,20	56,73	32,6

Vertheilung der Ausgaben hungernder Hunde auf Haut, Lungen und Nieren.

Dazu ist aber zu bemerken, dass die Perspirationswerthe einfach aus dem Verluste gefunden wurden, was die Rechnung natürlich sehr unsicher macht.

Proportionaler Stickstoffverlust.

Aus diesen und zwei anderen Versuchsreihen von Bischoff und Voit ergiebt sich ferner, dass der proportionale (d. h. der auf 1 Kilo Körpergewicht berechnete) Verlust an Stickstoff grösser ist, wenn der Hungerperiode eine reichliche Fleischnahrung vorhergegangen ist, wie wenn vorher Fett- und Fleischnahrung gereicht wurde. Weiter ergiebt sich aus den Beobachtungen, dass in den späteren Hungertagen der Stickstoff einen kleineren Bruchtheil des Gesammtverlustes ausmacht, wie in den früheren, woraus gefolgert werden muss, dass der Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile in den letzten Hungertagen ein relativ geringerer war, wie der der stickstofffreien. Aus allen Beobachtungen ergiebt sich überdiess, dass der Verbrauch im Verhältniss zur Masse, d. h. zum Körpergewicht des Thieres steht.

Versuche von C. Schmidt an einer hungernden Katze.

Eine sehr ausführliche und ins Einzelne gehende Versuchsreihe über den Verlust an Wasser, Harnstoff, Schwefelsäure, Phosphorsäure, anorganischen Stoffen überhaupt, ausgeathmeten Kohlenstoff und Darmausscheidungen bei hungernden Katzen hat Schmidt angestellt. Wir stellen die Resultate in nachstehender Tabelle zusammen:

Zeit in Stunden nach der letzten Fütterung	Wasser durch Niere u. Darm	Harnstoff	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Anorganische Stoffe überhaupt	Ausgeathmeter Kohlenstoff	Faeces, wasserfrei
8 — 32	37,09	3,437	0,133	0,144	0,518	5,641	0,503
32 — 36	22,00	2,298	0,092	0,109	0,359	5,620	0,540
56 — 80	19,39	1,887	0,080	0,104	0,309	5,883	0,484
80 — 104	19,80	1,732	0,077	0,104	0,294	5,658	0,502
104 — 128	25,39	2,227	0,091	0,129	0,333	5,594	0,779
128 — 152	20,31	2,133	0,079	0,114	0,281	5,712	0,291
152 — 176	19,25	1,968	0,075	0,113	0,271	5,642	0,339
176 — 200	21,35	2,091	0,083	0,131	0,301	5,670	0,592
200 — 224	23,26	2,263	0,083	0,119	0,301	5,971	0,982
224 — 248	19,82	1,907	0,077	0,113	0,277	6,127	0,745
248 — 272	18,22	2,723	0,073	0,110	0,264	6,024	0,643
272 — 296	18,11	1,648	0,062	0,093	0,227	6,310	0,525
296 — 320	23,33	2,166	0,087	0,115	0,303	6,439	0,287
320 — 344	25,07	2,224	0,095	0,113	0,321	6,423	0,224
344 — 368	26,76	2,052	0,084	0,104	0,296	6,534	0,223
368 — 392	32,78	2,154	0,085	0,109	0,307	6,350	0,172
392 — 416	19,93	1,216	0,049	0,065	0,182	5,850	0,119
416 — 440	10,21	0,597	0,024	0,036	0,005	4,791	0,244

In diesen Versuchen wurde der mit der Perspiration ausgeschiedene Kohlenstoff direct bestimmt. Eine nähere Vergleichung der Zahlen mit den von Bischoff erhaltenen lässt die von Letzterem gefundene Abnahme des Gesammtverlustes mit der Dauer der Hungerzeit vermissen. Aus zum Theil directen Bestimmungen und zum Theil theoretischen Berechnungen, bezüglich derer wir auf das Werk von Bidder und Schmidt verweisen müssen, construirt er folgende Gleichung des Stoffumsatzes einer Katze während einer achtzehntägigen Hungerzeit:

Gleichung des Stoffumsatzes einer hungernden Katze.

Substanz	Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Anorganische Stoffe	Schwefel	Phosphorsäure	Haare, Schleim, Fett und Phosphate der Fäces
Dem Stoffwechsel fielen anheim:									
204,43 Grm. Albuminate	—	102,24	13,43	30,81	43,81	11,98	2,167	3,761	—
132,75 „ Fette . .	—	103,72	15,59	—	13,45	—	—	—	—
863,82 „ Wasser .	863,82	—	—	—	—	—	—	—	—
Aufgenommen wurden:									
131,50 Grm. Wasser .	131,50	—	—	—	—	—	—	—	—
1332,5 in Summa .	995,32	205,96	29,02	30,81	57,26	11,98	2,167	3,761	—
Ausgeschieden durch Lunge, Nieren und Darm (exclus. exspirirt. Wasser und O der CO_2 und SO_3) .	734,50	205,96	4,67	30,81	18,42	10,03	1,127	3,565	12,317
An Wasserdampf zu exspiriren	260,82	—	24,35	—	38,84	—	—	—	—

Aus diesen Daten berechnete Schmidt die Menge des in 18 Tagen absorbirten Sauerstoffs, indem er die zur Oxydation des durch die Lungen ausgeschiedenen Kohlenstoffs und des exspirirten Wasserstoffs nöthige Menge von Sauerstoff ausrechnete, und von dem so gefundenen Sauerstoffquantum die von der verbrauchten Körpersubstanz gelieferte Sauerstoffmenge (38,84 Grm.) abzog. So ergab sich, dass die Katze während der Hungerperiode 604,68 Grm. Sauerstoff durch die Lungen aufgenommen haben musste. Von 100 Thln. aufgenommenen Sauerstoffs erschienen in der Kohlensäure 76,5 Thle. wieder.

Wir können auch hier nur wiederholen, dass alle diese Zahlen jeder Sicherheit entbehren, und mit Zugrundelegung einer Menge von hypothetischen Voraussetzungen abgeleitet sind.

Aus Versuchen, die Chossat und Schuchart an hungernden Tauben angestellt haben, geht hervor, dass der Verlust, alles andere gleichgesetzt, mit dem Körpergewicht steigt. Auch sie beobachteten, dass er im Allgemeinen in den ersten Tagen beträchtlicher ist, wie später. Der grösste Theil des täglichen Verlustes fällt bei Tauben auf Haut und Lungen.

Stoffwechsel bei verschiedener Nahrung.

Einnahmen und Ausgaben bei verschiedener Art der Nahrung. Die grössten Beobachtungsreihen über den Einfluss verschiedener Nahrung in genügender und ungenügender Menge auf die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels wurden von Bischoff und Voit ausgeführt. Das Versuchsthier war ein Hund, sonach ein Fleisch-

fresser, und es wurde derselbe in einer Versuchsperiode mit verschiedenen Mengen von Fleisch, in einer zweiten mit Fleisch und Fett in den verschiedensten absoluten und relativen Gewichtsmengen, in einer dritten mit Fett allein, in einer vierten mit Fleisch und Zucker, in einer fünften mit Zucker allein, in einer sechsten mit Fleisch und Stärke, endlich in weiteren Versuchsperioden mit Stärke und Brot, Brot allein, Fleisch und Leim, Leim und Fett, und Leim allein gefüttert. Aus diesen umfassenden Untersuchungen einen einigermaassen vollständigen Auszug zu geben, ist nicht wohl möglich, auch würde die Masse von Zahlen, deren Zulässigkeit, insofern sie indirecte sind, allen im Allgemeinen bereits erhobenen Bedenken unterliegt, ohne eine eingehende Erläuterung jedes einzelnen Falles, wie sie bei Bischoff und Voit gegeben ist, verwirrend oder geradezu unverständlich sein; wir beschränken uns daher auf die Anführung der Hauptresultate, und verweisen im Uebrigen auf die Schrift selbst.

Fütterung mit Fleisch allein.

Fütterung mit Fleisch allein. Zur vollständigen Ernährung des Hundes nur mit Fleisch, bei welcher derselbe weder von seinem Fleische noch Fett verliert, bedarf es sehr ansehnlicher Mengen von Fleisch, die je nach dem Ernährungszustande des Thieres $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ seines Körpergewichts betragen.

Erhält der Hund geringere Mengen Fleisch, so verbraucht er nicht nur diese, sondern setzt auch noch immer von seinem eigenen Fleische und Fett zu. Dieser Verlust an Fleisch und Fett wird aber um so geringer, je mehr sich die in der Nahrung gebotene Fleischmenge der vollkommen genügenden nähert.

Erhält dagegen der Hund grössere Mengen von Fleisch als zum vollkommenen Ersatze nöthig sind, so setzt er den Ueberschuss an. An dem folgenden Tage genügt indessen dieselbe Menge von Fleisch nicht mehr, um denselben Ansatz hervorzubringen; ein weiterer Ansatz von Fleisch wird nur durch fortwährend gesteigerte Nahrungsmengen erzielt. Ist man auf diese Weise zu einem Maximum gekommen, so frisst der Hund nichts mehr, er verliert dann rasch an seinem Gewicht, und erlangt dadurch wieder die Fähigkeit, neue Nahrung aufzunehmen.

Ueber die Masse der Fleischnahrung, welche der Hund nothwendig hat, um sowohl den erlittenen Verlust zu decken, als auch eintretenden Falls Fleisch anzusetzen, entscheidet immer die Masse der sich umsetzenden stickstoffhaltigen Körperbestandtheile. Ist der Hund sehr fleischreich, so braucht er in beiderlei Beziehung mehr, als wenn er fleischarm ist, und so wie er durch die Fütterung fleischreicher geworden ist, braucht er wieder mehr Fleisch.

Wenn man einen Hund, der nicht über 34 Kilo schwer ist, nach vorausgegangener Fleischfütterung in der Weise ernährt, dass auf 1 Kilo Körpergewicht in 24 Stunden 52 Grm. mageren Fleisches gereicht werden, so tritt regelmässig eine Gewichtszunahme ein; werden weniger als 40 Grm. gegeben, so magert das Thier ab. Bei einer Nahrung zwischen

40 und 50 Grm. Fleisch pro Kilo kann sich ebensowohl das Gewicht mehren als mindern. Trat dagegen das Thier aus einer Nahrung, die aus Fleisch und Fett gemengt war, oder nur aus Brot bestand, in eine reine Fleischnahrung ein, so konnte selbst bei einem Fleischquantum von 61 Grm. pro Kilo das Körpergewicht merklich sinken; war der Hund auf 38 Kilo gemästet, so genügten selbst bei anhaltender Fleischfütterung 46,4 Grm. Fleisch nicht mehr, um das Körpergewicht zu steigern.

Die Gewichtsänderung des Hundes, die Ab- oder Zunahme seiner Masse ist daher, abgesehen von der chemischen Zusammensetzung derselben und der Menge des genossenen Fleisches, auch abhängig von der vorausgegangenen Fütterungsweise. Tritt der Hund aus einer Fleisch- und Fettnahrung in eine reine Fleischnahrung ein, so kann selbst bei einer sehr bedeutenden Fleischmenge das Körpergewicht merklich sinken. Für diese Sätze finden sich die Belege in nachstehender von C. Ludwig aus den Bischoff-Voit'schen Untersuchungen construirten Tabelle.

Genossenes Fleisch für 1 Kilo Körpergewicht in Grm.	Körpergewicht in Grm.	Gewichtszu- oder Abnahme in Grm.	Beobachtungsdauer	Bemerkungen
32,35	3478	— 244	1 — 2 Tage	vorher Brotfütterung
32,35	3389	+ 126	3 — 7 "	Fleischfütterung
43,32	3462	+ 82	2 "	"
34,02	3478	— 12	2 "	"
25,89	3476	— 125	2 "	"
17,38	3451	— 205	2 "	"
8,60	3410	— 290	2 "	"
5,26	3342	— 485	2 "	"
0	3261	— 493	3 "	"
57,64	3123	+ 120	4 "	"
78,84	3171	+ 283	3 "	"
61,42	3256	— 20	2 "	"
60,79	3280	— 175	1 — 2 "	vorher Brotfütterung
46,40	3879	— 59	10 "	"

Die Bischoff-Voit'schen Schlussfolgerungen über Ansatz von stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen oder Verbrauch derselben gründen sich auf die Voraussetzung, dass ihr Versuchsthier bis auf einen kleinen Bruchtheil im Koth allen umgesetzten Stickstoff im Harne als Harnstoff ausschied. Mit der Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Voraussetzung stehen und fallen alle darauf gegründeten Schlüsse über den Umsatz der

stickstoffhaltigen Körperbestandtheile. Für die Richtigkeit aber machen Bischoff und Voit geltend, dass in verschiedenen Versuchen ihr Versuchsthier wirklich allen Stickstoff der Nahrung als Harnstoff wieder ausschied; anderseits aber geben sie zu, dass es Hunde geben mag, bei welchen nicht aller Stickstoff im Harn wieder erscheint. Indem sie aber für den Versuchshund die Sache als eines weiteren Beweises nicht bedürftig ansehen, schliessen sie auf Ansatz stickstoffhaltiger Körperbestandtheile, wenn im Harn und Koth weniger Stickstoff austritt, als in der Nahrung aufgenommen wurde; entleert aber der Hund im Harn und Koth mehr Stickstoff als er in der Nahrung aufnahm, so schliessen sie, dass er von seinen stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen zugesetzt habe. Gegen diese Schlüsse ist nichts Erhebliches einzuwenden, wenn der Hund wirklich immer allen Stickstoff durch Harn und Koth ausscheidet, denn der Einwand, dass ja im Hundeharn neben Harnstoff auch Kreatin, Kynurensäure und andere stickstoffhaltige Substanzen vorkommen, und daher der Stickstoff des Harns nicht durch jenen des Harnstoffs gemessen werden könne, ist von keinem grossen Belange, da diese stickstoffhaltigen Substanzen in zu geringer Menge vorhanden sind, um das Resultat wesentlich zu afficiren. Allein wenn auch nur einmal in den Versuchen der Hund Stickstoff durch Haut und Lungen ausschied, so ist natürlich die Berechnung falsch. Acceptiren wir aber für den Hund, den Bischoff und Voit zu ihren Untersuchungen benutzten, den Vordersatz, so lassen sich aus den Bischoff-Voit'schen Versuchsreihen einige nicht uninteressante Schlüsse auf die Verhältnisse der Gesammtmasse des Thieres und ihre chemische Zusammensetzung bei reiner Fleischnahrung ziehen. In dieser Beziehung zerfallen diese Versuchsreihen 1) in solche, bei welchen das Thier gleichzeitig an Gesammtgewicht und an Stickstoff verlor, 2) in solche, bei welchen das Gesammtgewicht abnahm, der Stickstoff aber in der Masse zunahm, und 3) in solche, bei welchen Vermehrung des Gesammtgewichts und des Stickstoffs erfolgte.

C. Ludwig hat mit Bezug hierauf aus den Versuchsreihen folgende Tabellen entworfen:

Abnahme an Gesammtgewicht und Stickstoff					Abnahme an Gesammtgewicht und Gewinn an Stickstoff				Gewinn an Gesammtgewicht und Stickstoff				
Fleisch in Grm.	Versuchsdauer	Verlust an Gesammtgewicht in Grm.	Verlust an Stickstoff in Grm.	Quotient aus Gewichtsverlust u. Stickstoffverlust	Fleisch in Grm.	Versuchsdauer	Verlust an Gesammtgewicht in Grm.	Gewinn an Stickstoff in Grm.	Fleisch in Grm.	Versuchsdauer	Gewinn an Gesammtgewicht in Grm.	Gewinn an Stickstoff in Grm.	Quotient aus Gewichtsgewinn und Stickstoffgewinn
1200	2 Tage	24	2,3	10,4	1800	3 Tage	70	29,4	1800	7 Tage	241	26,0	9,3
900		253	3,0	84,3	1800	7 „	136	6,4	1800	4 „	479	11,3	42,4
600		412	5,5	74,9	2000	2 „	89	24,4	2100 — 2000	5 „	1592	46,4	34,3
300		617	10,4	64,5					2500	3 „	853	10,6	80,5
176		810	13,0	62,3									

Hieraus würde sich ergeben, dass der Hund bei reiner Fleischnahrung reicher an stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen wird, und zwar nicht nur allein für jene Fälle, wo bei Abnahme der Gesammtmasse Gewinn an Stickstoff stattfand, sondern auch dann, wenn gleichzeitig das Gesammtgewicht und der Stickstoff eine Minderung erfährt; dass auch hier das Verhältniss des Stickstoffs in der Gesammtmasse des Thieres ein grösseres wird, ergiebt sich daraus, dass der Quotient aus dem Gesammtverlust durch den Stickstoffverlust grösser ist, als der Quotient aus dem Stickstoffgehalt des Fleisches in das assimilirte Fleisch. Dass endlich aber auch dasselbe Gesetz für den Fall gilt, wo Gesammtgewicht und Stickstoff zunehmen, folgt aus einer Vergleichung der Resultate reiner Fleisch- und gemischter Fütterung.

Fütterung mit Fleisch und Fett.

Fütterung mit Fleisch und Fett oder anderen stickstofffreien Nahrungsstoffen. Die Versuchsreihen mit Fütterung des Hundes mit Fleisch und Fett in den verschiedensten quantitativen Combinationen ergaben vor Allem das Resultat, dass das Fett in der Nahrung keineswegs im Stande ist, den Umsatz stickstoffhaltiger Körperbestandtheile zu verhindern, was unter der Voraussetzung, dass die Bewegungserscheinungen des Organismus durch den Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile vermittelt werden, auch nicht anders erwartet werden konnte; es zeigte sich ferner, dass bei reichlicher Fleischnahrung in Verbindung mit Fett der Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile mit der Steigerung des Fleischquantums ebenso steigt, wie wenn vermehrte Mengen von Fleisch allein gefüttert werden. Bei einer relativ geringen Menge von Fleisch dagegen verbunden mit Fett tritt wie im Hungerzustande Verbrauch an stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen ein. Dieser Verbrauch ist durchschnittlich sogar stärker wie im Hungerzustande, da das Fett als ein zu verarbeitendes, ein umzusetzendes Material den Anspruch auf den Umsatz im Allgemeinen steigert, ohne Ersatz dafür zu sein. Wenn man aber einer an und für sich ungenügenden Menge von Fleisch Fett zusetzt, so ist der Verbrauch doch ein geringerer, wie wenn dieses Fleisch allein gefüttert wäre. Es findet daher eine relative Ersparniss statt, die bewirkt, dass die Menge des mit dem Fett darzureichenden Fleisches nur der dritte bis vierte Theil derjenigen zu sein braucht, die man ohne Fett geben muss, um den Körper auf seinem Gewichte zu erhalten. Endlich ziehen Bischoff und Voit aus ihren Versuchen den Schluss, dass der Umsatz des Fettes des Körpers durch Fett in der Nahrung, je nach der gereichten Menge Fett und Fleisch vermindert, oder ganz vermieden, oder selbst ein Ansatz von Fett erzielt werden kann.

Dass, wenn dem Fleische in der Nahrung noch Fett zugesetzt wird, eine viel geringere absolute Futtermenge genügt, um eine Gewichtsvermehrung herbeizuführen, zeigt folgende Tabelle:

Fleisch pro Kilo in Grm.	Fett pro Kilo in Grm.	Versuchs-dauer	Anfangs-gewicht des Thieres in Kilo	Mittlere tägliche Gewichts-zunahme des ganzen Thieres in Grm.	Mittlere Gewichts-zunahme pro Kilo Thier in Grm.
13,37	2,67	3 Tage	37,37	— 43	— 1,15
13,44	5,25	3 „	37,18	+ 25	+ 0,67
17,70	8,55	8 „	28,26	+ 231	+ 8,17
—	—	9—16 „	30,10	+ 154	—
—	—	17—24 „	31,33	+ 134	—
15,43	7,71	25—32 „	32,40	+ 121	+ 3,73
13,31	7,99	3 „	37,55	+ 120	+ 3,19
5,29	8,82	10 „	28,35	— 26	— 0,91
29,36	7,34	3 „	34,06	+ 116	+ 3,41
42,00	7,01	4 „	35,67	+ 325	+ 9,76
46,65	6,48	7 „	38,58	+ 246	+ 6,38
57,60	7,20	3 „	34,72	+ 46	+ 1,32

Die obenstehende Tabelle lehrt aber auch, dass mit steigendem Fett- und ebenso mit steigendem Fleischgehalt der Nahrung das Körpergewicht wächst, so wie dass bei einem und demselben Futter die Gewichtszunahme des Thieres um so geringer ist, je mehr es vorher bereits gemästet war. Diess machen nachstehende Zusammenstellungen obigen Tabellen entlehnter Zahlen anschaulich:

Körpergewicht in Kilo	Fleisch pro Kilo	Fett pro Kilo	Gewichtszu- oder Abnahme pro Kilo	Bemerkungen
37,37	13,37	2,67	— 1,15	Bei gleichem Körpergewicht und gleichem Fleische veränderliche Fettmengen.
37,18	13,44	5,25	+ 0,67	
37,55	13,31	7,99	+ 3,19	
37,35	13,31	7,99	+ 3,19	Bei gleichem Körpergewicht und gleichem Fett veränderliche Fleischmengen.
35,67	42,00	7,01	+ 7,08	
38,58	46,65	6,38	+ 6,48	
28,25	17,70	8,85	+ 8,17	Bei gleichem Futter verschiedenes Körpergewicht.
32,40	15,43	7,71	+ 3,37	
35,60	42,00	7,01	+ 9,76	
38,50	46,65	6,48	+ 6,38	
32,40	15,43	7,71	+ 3,37	
37,18	13,44	5,25	+ 0,67	

Ganz ähnlich wie das Fett verhalten sich bei gemischter Nahrung nach den Versuchen von Bischoff und Voit Stärkmehl und Zucker, wodurch die den Landwirthen wohlbekannte Erfahrung, dass sich die Thiere nur bei gemischter Kost mästen, eine weitere Bestätigung findet. Auch Boussingault hatte übrigens schon gefunden, dass Gänse und Enten, die durch Reis oder Mais mit Butter leicht zu mästen sind, durch Reis oder Mais allein nicht gemästet werden können.

Fütterung mit Brot.

Fütterung mit Brot. Aus einer sehr grossen Versuchsreihe mit reiner Brotfütterung, welche Bischoff und Voit anstellten, ergiebt sich, dass Brot für einen Fleischfresser immer nur ein ungenügendes Nahrungsmittel ist. Bei dem Versuchshunde wurde so viel Brot unverdaut mit den Fäces ausgeschieden, dass weder der assimilirte Stickstoff noch das umgesetzte Stärkmehl den Hund auf einem kräftigen Ernährungsstande zu erhalten vermochte. So lange er noch gut genährt war, verlor er selbst bei den grösstmöglichsten Mengen verzehrten Brotes täglich an Gewicht, und befand sich in einem continuirlichen Hungerzustande; für das Fleisch und Fett, was er verlor, nahm er viel Wasser auf, welches er bei darauf folgender Fleischkost wieder abgab. Katzen verhielten sich ähnlich, konnten aber nicht am Leben erhalten werden, und starben eines langsamen Hungertodes.

Fütterung mit Leim.

Fütterungsversuche mit Leim mit und ohne Zusatz von Fleisch und Fett. Das thatsächliche Ergebniss der betreffenden von Bischoff und Voit angestellten Versuche ist, dass bei der Fütterung mit einer ungenügenden Menge von Fleisch und Leim, so wie auch bei Fütterung mit Leim allein, oder Leim und Fett der Hund allmählich an Gewicht abnimmt, und er daher bei einer derartigen Fütterung nicht im Gleichgewichtszustande erhalten werden kann. Demungeachtet aber gründen Bischoff und Voit auf die Beobachtung, dass der mit dem Harnstoff austretende Stickstoff weniger betrug, wie der Stickstoff der Nahrung, den Schluss, dass der Leim in der Nahrung den Verbrauch der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile herabsetze, aber nicht etwa als sogenanntes Respirationsmittel, sondern indem er direct in den Umsatz der stickstoffhaltigen Stoffe eingehe, dass er somit zwar an und für sich ein ungenügendes Nahrungsmittel sei, allein mit einer gehörigen Menge Fleisch und Fett gemengt, dennoch bedeutend zur Sparung beider, besonders des ersteren und zwar mehr als Kohlehydrate und Fette beitragen könne. Als 800 Grm. Fleisch und 200 Grm. Leim gefüttert wurden, ergab sich ein Gesammtgewichtsverlust von 131 Grm., zugleich aber berechnete sich ein Fleischansatz von 67 Grm.; bei 400 Grm. Fleisch und 300 Grm. Leim mussten nach der Stickstoffausgabe sogar 100 Grm. Fleisch angesetzt sein. Es wurde eben aller im Koth und Harn fehlende Stickstoff der Nahrung auf Fleischansatz berechnet. Wir können nur wiederholen, dass dabei immer von der Voraussetzung ausgegangen wird, dass durch Haut und Lungen keine Stickstoffausscheidung stattfin-

det, und dass aller Stickstoff, der nicht angesetzt wird, im Harn und Koth wieder erscheint. Eine streng exacte Begründung obiger Sätze ist daher noch nicht gegeben, sie würde verlangen, die Abwesenheit des Stickstoffs in der Perspiration und die Abwesenheit des Ammoniaks im Harn für jeden einzelnen Versuch direct zu constatiren.

Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane.

Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane. Auch die Vertheilung der Ausgaben auf Lungen, Haut, Nieren und Darm ist so grossen Schwankungen unterworfen, dass es nicht möglich ist, das gegenseitige Verhältniss derselben auch nur durch einen annähernden allgemeinen Ausdruck festzustellen. Vor Allem zeigen sich in dieser Beziehung ausserordentliche Verschiedenheiten bei den verschiedenen Thierclassen und namentlich bei Herbivoren und Carnivoren. Zerlegt man die Ausgaben in Wasser, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Salze, und vergleicht, wie sich diese Elemente der Ausscheidungen auf die verschiedenen Excretionsorgane vertheilen, so kommt man bei der Betrachtung der Ausscheidungen der Herbivoren und Carnivoren zu dem Resultate, dass bei den Herbivoren bei weitem mehr durch Haut und Lungen ausgeschieden wird, als durch den Harn, während bei Carnivoren das Verhältniss das umgekehrte ist. Die Verschiedenheit der Vertheilung bezieht sich ganz besonders auf das Wasser und den Stickstoff, aber auch auf die anderen Elemente. Diess macht nachstehende aus Beobachtungen von Boussingault an einem Pferde, und von C. Schmidt an einer Katze construirte Tabelle anschaulich:

Bei Herbivoren und Carnivoren.

Es kommen von 100 Theilen aufgenommenem	auf die Excremente		auf den Harn		auf die Perspiration	
	Herbivoren	Carnivoren	Herbivoren	Carnivoren	Herbivoren	Carnivoren
Wasser	61,8	1,2	5,9	82,9	32,3	15,9
Kohlenstoff . .	34,6	1,2	2,7	9,5	62,7	89,4
Wasserstoff . .	40,3	1,1	2,5	23,2	57,2	75,6
Stickstoff . . .	55,7	0,2	27,1	99,1	17,2	0,7
Sauerstoff . . .	41,4	0,2	1,0	4,1	57,6	95,7
Salze	85,5 (Salze und Schwefel)	92,9	16,2 (Salze und Schwefel)	7,1	—	—
Schwefel . . .		50,0		50,0	—	—

Aus dem bedeutenden Gewichte der Excremente und der damit austretenden Elemente geht hervor, dass von den Einnahmen ein verhältnissmässig viel geringerer Theil bei den Herbivoren wirklich assimilirt wird, wie bei den Carnivoren. Reduciren wir aber obige Werthe auf-

100 Theile assimilirter Stoffe, die durch Harn und Perspiration ausgeschieden werden, so erhalten wir folgende Zahlen:

Es kommen von 100 Theilen resorbirtem	auf den Harn		auf die Perspiration	
	Herbivoren	Carnivoren	Herbivoren	Carnivoren
Wasser	12,8	83,9	87,2	16,1
Kohlenstoff	4,3	9,6	95,7	90,4
Wasserstoff	4,2	23,4	95,8	76,6
Stickstoff	61,2	99,2	38,8	0,8
Sauerstoff	1,7	4,2	98,3	95,8

Bei melkenden Kühen.

Von Interesse sind die Beobachtungen, die Boussingault über die Vertheilung der Ausgaben bei einer melkenden Kuh angestellt hat, insofern dadurch der Antheil, welchen an den Ausscheidungen die Milch nimmt, erläutert wird.

Es kommen von 100 Theilen aufgenommenem	auf die Excremente	auf die Milch	auf den Harn	auf die Perspiration
Wasser	34,0	10,2	10,0	45,8
Kohlenstoff	25,8	13,0	5,4	54,2
Wasserstoff	34,9	16,6	4,2	55,7
Stickstoff	45,6	22,8	18,1	13,5
Sauerstoff	37,4	7,9	6,3	48,5
Anorganischen Salzen	53,9	6,1	43,1	3,1
Gesammtnahrung . .	34,4	10,3	9,9	45,4

Es fallen demnach 10 Proc. der Ausgaben auf die Milch. Beträchtlich erscheint ferner die Menge des Stickstoffs, welche in der Milch austritt.

Bezüglich der Ausscheidungsverhältnisse der Omnivoren wurden von Boussingault Versuche an einem Schweine angestellt. Das Resultat derselben ist in der folgenden Tabelle enthalten.

Bei Omnivoren.

Nahrung in 24 Stunden	Auf 100 Theile Einnahme wurden entleert:		
	Excremente	Harn	durch Haut und Lunge
6525 Grm. Kartoffeln	19,9	46,8	33,3

Diese Vertheilung der Ausgaben steht im Allgemeinen jener der Fleischfresser näher, wie der der Herbivoren.

Beim Menschen.

Für den Menschen hat Valentin aus seinen Versuchen folgende Zahlen abgeleitet, welche aber einer Verallgemeinerung nicht fähig sind, und höchstens dazu dienen können, zu constatiren, dass auch bei dem Menschen durch den Darm die geringste Ausscheidung stattfindet.

Auf 100 Theile Einnahmen wurden ausgeschieden:

a) durch den Darm 6,7 Proc.
b) durch die Nieren 49,3 „
c) durch Haut und Lunge 42,6 „

Das Körpergewicht betrug 53,4 Kilo; im Mittel betrug das Gewicht der in 24 Stunden genossenen Nahrung inclusive des Getränkes 2924 Grm. und es wurden entleert 191 Grm. Excremente, 1448 Grm. Harn, und 1247 Grm. durch die Perspiration. Im Körper blieb ein Ueberschuss von 38 Grm. Das gefundene Verhältniss zwischen Nieren- und Perspirationsausscheidung ist von dem anderer Beobachter, wie z. B. Barral's, sehr abweichend. In den Beobachtungen des Letzteren kamen auf 100 Theile Ausgaben nicht weniger wie 65,50 Proc. auf die Perspiration. Es liegt in der Natur der Sache, dass dieses Verhältniss ein sehr schwankendes sein muss, weil erfahrungsgemäss Nieren- und Hautsecretion bis zu einem gewissen Grade vicarirend sind.

Vergleichen wir nun im Allgemeinen die Mengen der aus dem Körper auf verschiedenen Wegen austretenden Stoffe, wobei wir uns zunächst an den menschlichen Organismus halten, so ergeben sich folgende Betrachtungen:

Mengenverhältnisse der aus dem Körper austretenden Stoffe.

Wasser. Die Menge des aus dem Körper ausgeschiedenen Wassers beträgt mehr als alle übrigen Excrete zusammengenommen; seine Vertheilung aber auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane ist eine sehr variable. Die geringste Menge trifft unter normalen Verhältnissen auf den Darm, eine sehr bedeutende jedenfalls auf die Lunge, während die Wasserausscheidung durch Haut und Nieren in der Art eine wechselnde ist, dass, wenn viel durch die Haut ausgeschieden wird, wenig durch die Nieren austritt und umgekehrt. Nimmt der Wassergehalt des Organismus bedeutend zu, so geben Haut und Nieren gleichzeitig viel Wasser aus (Wassercuren), wenig dagegen, wenn der Körper relativ

trocken wird. Diese Verhältnisse noch weiter ins Einzelne zu verfolgen, ist Sache der Physiologie und allgemeinen Pathologie.

Kohlenstoff. Nächst dem Wasser ist der tägliche Verlust an Kohlenstoff der beträchtlichste: Bezüglich der allgemeinen Mengenverhältnisse des durch die Lungen austretenden Kohlenstoffs sind unter „Respiration“ mehrere für den Menschen gültige Zahlenreihen gegeben. Bei weitem der grösste Theil des Kohlenstoffs tritt als Kohlensäure durch Haut und Lungen aus, und nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Barral (am Menschen) und C. Schmidt (an der Katze) beträgt der durch die Nieren ausgeschiedene Kohlenstoff kaum den zehnten Theil des durch die Perspiration ausgeschiedenen.

Wasserstoff. Es kann sich natürlich hier zunächst nur um jenen Wasserstoff handeln, der nicht bereits oxydirt oder mit einer zu seiner Oxydation genügenden Menge Sauerstoff als Nahrung eingeführt wurde. Daraus ergiebt sich von selbst, dass seine Menge sehr gering sein wird. Da aber auch dieser in Wasser verwandelt wird, so lässt es sich natürlich nicht entscheiden, auf welchem Wege er ausgeschieden wird; er participirt dann eben an der allgemeinen Wasserausscheidung. Ebenso wenig wissen wir, woher die im Darme vorkommende Spur freien Wasserstoffs stammt.

Stickstoff. Die dem Körper zugeführten und ihn wieder verlassenden Mengen Stickstoff sind ziemlich bedeutend, aber im Allgemeinen nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen. Seine Ausscheidungswege sind jedenfalls bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. Bei Fleischfressern wird jedenfalls der grösste Theil des Stickstoffs durch die Nieren abgeschieden, nach den Versuchen von C. Schmidt und Bischoff u. Voit würde sogar aller Stickstoff im Harne wieder erscheinen, oder die durch die Perspiration ausgeschiedene Stickstoffmenge jedenfalls verschwindend klein sein; allein es ist diese Frage, namentlich für den Menschen, als eine definitiv erledigte nicht zu betrachten, und es ist für gewisse Thiere durch Regnault auf das Bestimmteste erwiesen, dass sie nicht unbeträchtliche Mengen freien Stickstoffs durch Haut und Lungen ausscheiden, namentlich gilt diess von den Herbivoren; auch bei Tauben geht ein Drittel des gesammten Stickstoffs durch Haut und Lunge fort. Wir haben bereits erwähnt, dass den Versuchen von Barral am Menschen wegen der Unvollkommenheit der Methode unbedingte Beweiskraft nicht zugesprochen werden kann; aus diesen Versuchen würde sich aber ergeben, dass auch beim Menschen die Hälfte des Stickstoffs den Weg durch Haut und Lunge nähme, was aber sicherlich weit zu hoch gegriffen ist.

Sauerstoff. Von dem Sauerstoff, welcher eingeathmet wird, und dessen Menge die aller anderen Elemente der Nahrung weit übertrifft,

so wie von dem Sauerstoff der Nahrung selbst, treten bei weitem die bedeutendsten Mengen durch Haut und Lungen in der Form von Kohlensäure und Wasser aus; was davon mit den Bestandtheilen des Harns und mit den Gallenresten durch den Darm ausgeschieden wird, verschwindet gegen die durch die Perspiration gelieferte Menge. Die absoluten Mengen des durch Haut und Lunge austretenden Sauerstoffs sind übrigens von einer Menge von Verhältnissen (der Nahrung u. s. w.) abhängig, die bereits unter „Respiration" erörtert wurden.

Anorganische Salze. Sie verlassen den Körper durch Haut, Nieren und Darm. Durch den Schweiss wird vorzugsweise Chlornatrium ausgeschieden, die übrigen löslichen Salze und ein grosser Theil des Chlornatriums nehmen ihren Weg durch die Nieren, mit dem Kothe dagegen werden zunächst die unlöslichen Salze und die der unverdauten Nahrungsmittel ausgeschieden.

Die Ausscheidungen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs und Sauerstoffs durch den Darm sind übrigens für den Process der Ernährung nur von sehr untergeordneter Bedeutung, denn sie beziehen sich zum grössten Theil auf Nichtassimilirtes, d. h. auf die unverdauten Nahrungsreste; nur die in den Excrementen enthaltenen Gallenreste, der Darmsaft, machen hiervon eine Ausnahme. Die Gallenreste repräsentiren nur einen sehr geringen Theil der secernirten Galle, die zum grössten Theil in den Blutkreislauf zurückkehrt (intermediärer Gallenkreislauf, vergl. S. 187 und 481), und auch der Darmsaft und Schleim beträgt unter normalen Verhältnissen nur sehr wenig. Anders freilich verhält es sich bei pathologisch gesteigerter Darmsecretion.

Ueber alle diese Ausscheidungsverhältnisse des Thierkörpers sind übrigens im Verlaufe dieses Werkes an den die einzelnen Bestandtheile der Ausscheidungen betreffenden Stellen mehr oder weniger ausführliche Nachweise gegeben.

Literatur zur Chemie der Ernährung. J. v. Liebig: Die organ. Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie 3te Aufl. 1846. Derselbe: Chemische Briefe 4te Aufl. 1859. Bd. II. S. 42. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. 2te Aufl. 1859. Derselbe: Der Kreislauf des Lebens. 2te Aufl. 1855. S. 116. — Artmann: Die Lehre von den Nahrungsmitteln. 1859. — Hildesheim: Versuch einer Normaldiät. 1856. — Knapp: Die Nahrungsmittel in ihren chemischen und techn. Beziehungen. 1848. — v. Bibra: Die Getreidearten und das Brot. 1860. — Lyon Playfair: Proceedings of the Royal Instit. of Great-Britain 1853; Edinb. new philos. Journ. 1854. January to April 266. — C. Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. S. 587 u. 671. — Planer: Ueber die Verdauungsgase. Wiener akad. Sitzungsberichte 1861. — Valentin: Art. „Ernährung" im Handwörterb. der Physiologie Bd. I. S. 367. — Derselbe: Lehrbuch der Physiol. Bd. I. S. 723. — Bidder und Schmidt: Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. 1852. — Barral: Statique chimique des animaux. Paris 1850. — Chossat: Sur l'inanition. Mémoires des savans étrangers T. VIII. —

Literatur zur Chemie der Ernährung.

Schuchardt: Quaedam de effectu, quem privat. singul. part. nutriment. constituentium etc. Dissert. Marburgi 1847. — Th. L. W. Bischoff: Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. 1853. — C. Voit: Beiträge zum Kreislauf des Stickstoffs. Dissert. Augsburg 1857. — Th. L. W. Bischoff und C. Voit: Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers 1860. — C. Voit: Unters. über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. 1860. — C. Vogt: Unters. über die Absond. des Harnstoffs und deren Verhältniss zum Stoffwechsel, Unters. zur Naturlehre herausgeg. v. Moleschott Bd. VII; als Separatabdruck daraus. Giessen 1861 (Kritik). — C. Schmidt und Stürzwage: Ueber den Einfluss der arsenigen Säure auf den Stoffwechsel. Untersuch. zur Naturlehre etc. Bd. VI. S. 283. — Boussingault: Annal. de chim. et de phys. T. LXI. 1839; T. XIV. 3. Sér. 1845. — Regnault: Ebendas. T. XXVI. 1849.

Berichtigungen:

S. 44, Zl. 24 von oben lies **Keratin** statt **Kreatin**.
S. 604, Zl. 21 von unten lies **Elastin** statt **Elastinn**.
S. 605, Zl. 21 von unten lies **Keratin** statt **Kreatin**.
S. 605, Zl. 21 von unten lies **Elastin** statt **Elastinn**.

Alphabetisches Sachregister.

A.

Ablagerungen, erdige der Echinodermen 97.
Absorption, der Kohlensäure ins Blut 70 — des Sauerstoffs 60.
Absorptionscoëfficient, der Kohlensäure 69 — des Sauerstoffs 59.
Acanthias, Kupfer im Blute 126.
Acephalen, Kalkschalen derselben 97.
Acephalocystensäcke, Inhalt derselben 379.
Aceton, in Blut und Harn 204.
Achsencylinder, chemisches Verhalten desselben 625.
Acide salmonique 617.
Ackerbohnen, Analyse 752.
Ackerschnecken, nackte, Schleim derselben 430.
Adipocire s. Leichenwachs.
Aegagropilae 503.
Aepfelsäure, Uebergang in den Harn 542.
Aether, geht nicht in den Harn über 543.
Albatross, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Albumen, der Vogeleier 673 — allgemeines chemisches Verhalten 673 — chemische Bestandtheile 673 — quantitative Analyse 676; der Asche 677 — Veränderungen während des Bebrütens 681.
Albumin 132 — Eigenschaften 132 — Mengenverhältnisse 133 — Nachweis im Harn 544 — quantitative Bestimmung im Harn 544 — Verhalten gegen Reagentien 132 — Vorkommen 133 — Zusammensetzung 132 — Zustände im Organismus 133.
Albuminate 126 — Abstammung 129 — allgemein. chemischer Charakter 126 — eigenthümliche aus Sehnen 585 — Mengenverhältnisse 128 — physiologische Bedeutung 131 — Resorption 768 — Uebergang in Fett 159, 681 — Verdauung 762 — Verwandlungen im Organismus 130 — Vorkommen 127 — Zustände im Organismus 129.
Albuminoide 142 — allgemein. chemischer Charakter 142 — Vorkommen 143.
Alcapton 280.
Alkalien, Vorkommen in der Asche von Pflanzen 14 — von Thieren 38.
— **ölsaure** 166.
— **palmitinsaure** 166.
— **schwefelsaure** 114 — Abstammung 115 — Austritt aus dem Organismus 115 — Eigenschaften 114 — physiologische Bedeutung 116 — Vorkommen 114.
— **stearinsaure** 166.
Alkanna, geht nicht in den Harn über 543.
Alkohol, geht nicht in den Harn über 543.
Allantoin 225 — Abstammung 226 — Austritt 227 — Eigenschaften 225 — Krystallform 225 — physiologische Bedeutung 227 — Verwandlungen im Organismus 227 — Vorkommen 225 — Zusammensetzung 225 — Zustände im Organismus 226.
Allantoinsäure 225.
Allantoin-Silberoxyd 225.
Alligator sclerops, Analyse der Eischale 677.
Alloxantin, erscheint im Harn als Harnstoff 542.
Allylsulfocarbamid, erscheint im Harn als Rhodanammonium 542.

Alter, Einfluss desselben auf: den Aschengehalt der Drüsen 669 — die Ausscheidung des Harnstoffs 529 — den Fettgehalt des Gehirns 632 — den Gehalt des Gehirns an Albuminaten 632 — die Kohlensäureausscheidung 712 — die Menge der Kieselerde in den Vogelfedern 601 — die Sauerstoffabsorption 719 — den Wassergehalt der Drüsen 669 — die Zusammensetzung des Blutes 334 — der Knochen 575 — der Milch 397.

Ambra 200.

Ambrafettsäure 199.

Ambrain 199.

Ameisensäure 260 — Abstammung 261 — Austritt 262 — Eigenschaften 260 — physiologische Bedeutung 263 — Salze derselben 261 — Verhalten gegen Reagentien 261 — Verwandlungen im Organismus 262 — Vorkommen 261 — Zusammensetzung 260 — Zustände im Organismus 261.

Ammoniak, ein Nahrungsmittel der Pflanzen 19 — vermittelt die Bildung stickstoffhaltiger Pflanzenstoffe 33 — Vorkommen im Boden 20; im Gewitterregen 20; in der Luft 20; im Schnee 20.

Ammoniak, harnsaures 249 — Vorkommen in Harnsedimenten 552; in Harnsteinen 561.

— kohlensaures, Eigenschaften 95 — Vorkommen 95; bei dem Faulen des Harns 512 — Zusammensetzung 95.

— Magnesia, phosphorsaure, Eigenschaften 113 — Krystallform 113 — pathologische Bedeutung 114 — Vorkommen 113 — Zusammensetzung 113.

— Natron, phosphorsaures 114 — Krystallform 114.

— schwefelsaures, Bildung desselben beim Gypsen der Felder 21.

Amniosflüssigkeit 377 — chemische Bestandtheile 377 — quantitative Zusammensetzung 380.

Amphibien, Eier derselben 674 — Knochen derselben 578.

Amygdalin, erscheint im Harn als Ameisensäure 542.

Amyloïde Substanz 281.

Anämie, Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber 657 — Verminderung der Blutzellen 338.

Analyse: des Blutes 306 — qualitative der Drüsen 646 — des Fleischsaftes 608 — der Galle 468 — des Gehirns 627 — des Harns 517 — der Milch 390 — des Speichels 439.

Anasarca 378.

Anilin, geht nicht in den Harn über 543.

Anisaminsäure, Uebergang in den Harn 542.

Anisöl, ätherisches, Uebergang in die Milch 387.

Anisylsäure, Uebergang in den Harn 542.

Anodonta cygnea, Blut des Thieres 349.

Anorganische Salze, Art der Aufnahme derselben von den Pflanzen 25 — Assimilation durch die Pflanzen 24 — im Thierkörper vorkommende 56. 81.

Antilope, Schwefelgehalt des Horns 597 — Dorias, Bezoare 181.

Antimon, Uebergang desselben in die Galle 465 — in den Harn 541 — in die Leber 648 — in die Milch 387.

Antimonwasserstoffgas, Einwirkung auf das Blut 300.

Arachnoideïtis, quantitative Analyse der Galle 474.

Arbor vitae (Gehirn) — Wasser- und Fettgehalt desselben 633.

Arsenige Säure, Einfluss derselben auf die Ausscheidung des Harnstoffs 533 — Uebergang derselben in die Galle 465; in den Harn 541; in die Leber 648; in die Milch 387.

Arsenik s. arsenige Säure.

Arsenwasserstoffgas, Einwirkung auf das Blut 300.

Arterienblut, Zusammensetzung, verglichen mit der des Venenbluts 328.

Arterienhaut, mittlere, Analyse derselben 589.

Arthritis, Blut bei dieser Krankheit 337 — Harn 558.

Arthropoden, Chitin derselben 174.

Arzneistoffe, Einfluss derselben auf die Beschaffenheit der Milch 414.

Asa foëtida, Uebergang in den Harn 542.

Asche von Thierstoffen überhaupt 81 — Zusammensetzung quantitative: des Albumens 677 — des Blutes verschiedener Thiere 324 — des Eidotters 677 — der Eier bebrütet und unbebrütet 680 — der Erbsen 753 — der Excremente des Menschen und verschiedener Thiere 500 — des Fleisches verschiedener Thiere 613 — der Fleischbrühe 614 — der Galle 471 — des Gehirns 635 — verschiedener Gehirnparthieen 636 — der Gerste 755 — der Gurken 754 — der Haare 598, 599 — des Harns 527 — der Ichthyosisborken 603 — der Kartoffeln 754 — der Leber 654 — der Linsen 753 — der Milch 396 — der Milz 661 — des Roggens 753 — des Rosenkohls 754 — der Rüben, gelber und weisser 754 — der Saubohnen 753 — des Schnittsalats 754 — des Spargels 754 — des Speichels 443 — der Thymus-

drüse 667 — der Vogelfedern 599 — des Weisskrauts 754.
Aschengehalt verschiedener Drüsen 668.
Ascidien, Cellulose derselben 176.
Asparagin, geht nicht in den Harn über 543.
Assamar 201.
Assimilation der Nahrungsmittel 757.
Athembewegung, Einfluss auf die Ausscheidung der Kohlensäure bei der Respiration 703.
Athemzüge, Einfluss der Zahl derselben auf die Wasserausscheidung bei der Respiration 720.
Athmen, gehemmtes, Einfluss auf die Ausscheidung der Kohlensäure 705 — in verschiedenen Gasen 715.
Athmung, durch die Haut 721 — durch die Lungen 684.
Athmungsprocess s. Respiration.
Atmosphärische Luft, Beziehung zu den Pflanzen 12; zu den Thieren 35 — Einfluss ihres Drucks auf die Kohlensäureausscheidung bei der Respiration 707; ihrer Temperatur auf die Kohlensäureausscheidung 707; auf die Wasserausscheidung 719; ihres Wassergehaltes auf die Wasserausscheidung 720 — Zusammensetzung derselben 685.
Atrophia post Typhum — Analyse der Galle.
Aufsaugung s. Resorption.
Augenbutter s. Talgdrüsensecrete.
Augenflüssigkeit 378.
Augenschwarz s. schwarzes Pigment.
Ausathmungsluft, minimale Bestandtheile 697 — Temperatur 686 — Volumen 686 — Wassergehalt 686 — Zusammensetzung 685. 702.
Ausgaben der thierischen Oekonomie: bei Carnivoren 787; bei Herbivoren 787; bei hungernden Hunden 776; bei hungernden Katzen 779; bei melkenden Kühen 788; beim Menschen 789; bei Omnivoren 789; bei verschiedener Art der Nahrung 779 — Vertheilung derselben auf die Ausscheidungsorgane 777. 787.
Ausscheidungsorgane, Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen 787.

B.

Badeschwamm 147.
Bär, Schwefelgehalt der Galle 471; der Haare 597; der Klauen 598.
Bärengalle, Schwefelgehalt derselben 471.
Baldriansäure, Eigenschaften 266 — Verhalten gegen Reagentien 266 — Vorkommen 266 — Zusammensetzung 266.
Balggeschwülste 379.
Balkensubstanz des Gehirns, Aschengehalt derselben 638.
Barometerstand, Einfluss desselben auf die Wasserausscheidung durch die Lungen 719 — auf die Kohlensäureausscheidung 708.
Batrachier, Dotterplättchen derselben 151.
Bauchspeichel 484 — allgemein chemisches Verhalten 484 — Bildung 488 — chemische Bestandtheile 484 — Fermentwirkungen desselben 485 — lösende Kräfte 486 — physikalische Charaktere 484 — physiologische Bedeutung 488 — von Hunden 487 — Zusammensetzung 486.
Bauchwassersucht 378 — quantitative Zusammensetzung des Transsudates 380.
Bebrütung, chemische Veränderungen der Eier während derselben 678.
Benzoëäther, erscheint im Harn als Hippursäure 542.
Benzoësäure, Abstammung 268 — Eigenschaften und chemisches Verhalten 267 — Uebergang in den Harn 542; in den Schweiss 504 — Vorkommen 268 — Zusammensetzung 267.
Bernsteinsäure, Abstammung 275 — Eigenschaften 274 — physiologische Bedeutung 276 — Uebergang in den Schweiss 504 — Verwandlungen im Organismus und Austritt 276 — Vorkommen 274 — Zusammensetzung 274 — Zustände im Organismus 274.
Berthelotia excelsior, angebliches Vorkommen einer krystallisirten Caseïnverbindung darin 140.
Bestandtheile, anorganische, der Pflanzen 14; Assimilation derselben 24; der Thiere 38. 56 — Aggregatzustand 57 — Assimilation 39 — Ausscheidung 58 — chemisches Verhalten 57 — physiologische Bedeutung 58 — Vorkommen 56.
— organische, allgemeine, der Pflanzen 13; Bildungsmodus derselben 31; erfolgt durch Synthese 31 — organische allgemeine, der Thiere 37.
Bewegung, Einfluss derselben auf die Ausscheidung des Chlornatriums 537 — des Harnstoffs 531 — der Kohlensäure 711 — auf die Zusammensetzung des Muskels 617.
Bezoare 181.
Bibergeil s. Castoreum.
Bienenwachs 200.
Bilanz der Ausgaben und Einnahmen der thierischen Oekonomie 770.
Bildung, primitive, organischer Pflanzenbestandtheile 31.

Bilifulvin, von Berzelius 189; von Virchow und Valentiner 189 — Krystalle 190.
Biliphaeïn s. Cholepyrrhin.
Biliverdin, von Berzelius 190; von Heintz 190 — Darstellung 190 — Eigenschaften 190 — Zusammensetzung 191; von Verdeil 191 — Darstellung 191 — Eigenschaften 191.
Bindegewebe, 584 — allgemeines chemisches Verhalten 584 — Albuminate desselben 585 — chemische Bestandtheile 584 — embryonales 587 — Entwickelung 587 — Einlagerungen in dasselbe 589; von Fett 589; von Knochensalzen 590; von kohlensauren Erden und Kieselerde 591; von Pigmenten 590 — Hornhautbindegewebe 586 — quantitative Zusammensetzung 589 — Bindegewebe der Wirbellosen 587.
Bindegewebsknorpel, 580.
Birkhahn, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Bittererde-Ammoniak, phosphorsaure s. Ammoniak-Magnesia, phosphorsaure.
Bittererde, kohlensaure, Eigenschaften 99 — Vorkommen 99 — Zusammensetzung 99.
— phosphorsaure, Abstammung 112 — Austritt 112 — Eigenschaften 111 — Mengenverhältnisse 111 — Vorkommen 111 — Zusammensetzung 111 — Zustände im Organismus 112.
Bittermandelöl, erscheint im Harn als Hippursäure 542.
Blasengalle, Farbe derselben 473.
Blauracke, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Blei, Uebergang desselben in den Harn 541 — in die Leber 648 — in die Milch 387 — in die Milz 659.
Blinddarmgase, quantitative Zusammensetzung derselben von Menschen 495 — von Thieren 496.
Blondinen, Zusammensetzung der Milch derselben 398.
Blumenkohl, Analyse 753.
Blut 287 — allgemeines chemisches Verhalten 293 — Analyse desselben 305; Methode von Becquerel und Rodier 306; von Figuier und Dumas 311; von F. Hoppe 313; von Scherer 308; von C. Schmidt 311; kritische Bemerkungen zur Blutanalyse 315 — anatomische Charaktere 288 — Asche 324; Zusammensetzung derselben bei Fleischfressern 325; bei Omnivoren 325; bei Pflanzenfressern 324 — chemische Bestandtheile im Allgemeinen 290 — coagulirtes, Zusammensetzung der Asche desselben 325 — defibrinirtes 298 — geschlagenes 298 — Farbe 301; Ursache derselben 301 — Gase 321; quantitative Zusammensetzung derselben 322; bei erstickten Thieren 324 — Gerinnung 293; Ursachen derselben 293; von welchen Momenten die Gerinnungszeit abhängig ist 295 — gerichtliche Chemie des Blutes 350 — Geruch des Blutes bei verschiedenen Thieren 347 — -körperchen, farblose, chemisches Verhalten 304 — Menge derselben unter verschiedenen Bedingungen 289; mikroskopische Charaktere 289; rothe, chemische Bestandtheile 291; chemisches Verhalten 302; Grössenverhältnisse bei verschiedenen Thieren 346; mikroskopische Charaktere 289 — -menge 343 — Methoden ihrer Bestimmung 344 — Nachweis in gerichtlichen Fällen 350 — quantitative Zusammensetzung 318, 319 — -kuchen 293; quantitative Analyse der Asche 325 — Neu- und Rückbildung desselben 341 — -plasma, chemische Bestandtheile desselben 292; chemisches Verhalten 304; quantitative Zusammensetzung 318, 319; des Pferdeblutes 320 — -serum 293; Analyse der Asche desselben 325; physikalische Charaktere 287; physiologische Bedeutung 340 — Schlagen des Blutes 298 — Speckhaut 296; Ursachen derselben 297 — specifisches Gewicht des Blutes 287 — specifische Wärme 288 — Temperatur desselben in verschiedenen Gefässbezirken 288 — Verhalten des Blutes gegen Gase 299 — gegen andere chemische Agentien 298 — weisses 293 — Zusammensetzung, quantitative, des menschlichen venösen Blutes 317. 318. 319 — Vergleichung des arteriellen und venösen Blutes 327; von Männern 334; von Frauen 334; von Greisen 334; von Kindern 334; der Gekrösvenen 333; der Jugularvenen 329 — Vergleichung der Jugularvenen und der Pfortader 329; der Lebervenen und Pfortader 329; des Menstrualblutes 333; der Milzvenen 333; der Nierenarterien 333; der Nierenvenen 333; des Placentarblutes 334; in der Schwangerschaft 334; während der Verdauung 335; bei verschiedenen Ernährungsverhältnissen 335; bei Brotnahrung 335; bei fettreicher Nahrung 335; bei Fleischnahrung 335; beim Hungern 335; bei salzreicher Nahrung 335; bei vegetabilischer Nahrung 335; in Krankheiten 337; bei verschiedenen Thieren 348; der Carnivoren 348; der Herbivoren 348; der

kaltblütigen Wirbelthiere 348; der Säugethiere 348; der Vögel 348; der Wirbellosen 348.
Blutbildner s. plastische Nahrungsstoffe.
Blutfarbstoff s. Hämatin.
Blutfleken, Erkennung derselben in gerichtlichen Fällen 351.
Blutkörperchen, Einfluss derselben auf die Sauerstoffabsorption 61. 718 — Grösse und Gehalt derselben bei verschiedenen Thieren 347. Vergleiche im Uebrigen unter Blut.
Blutlaugensalz, Uebergang in die Galle 465 — in den Magensaft 450 — in den Harn 542.
Blutmischung, Einfluss derselben auf die Kohlensäureausscheidung 708.
Blutstrom, Einfluss desselben auf die Kohlensäureausscheidung 711 — auf die Sauerstoffabsorption 718.
Boa anoconda, Galle derselben 178 — Schwefelgehalt der Galle 471.
Bockshaare, Kieselerdegehalt derselben 602.
Bocksmilch, Analyse derselben 414.
Boden, Beziehung desselben zur Pflanze 12 — zum Thiere 36.
Bodenbestandtheile, anorganische, Art der Aufnahme derselben von den Pflanzen 25.
Bos Taurus s. Ochse.
Brom, Uebergang in den Speichel 434.
Bromkalium, Uebergang in den Harn 544.
Brommetalle, Uebergang in den Speichel 434.
Bromnatrium, Uebergang in den Harn 541.
Bronchitis, Analyse der Milch 411.
Brot, Analyse verschiedener Sorten 752 — Veränderung im Magen bei der Verdauung 758.
Brotfütterung, Stoffwechsel dabei 786.
Brunetten, Zusammensetzung der Milch derselben 398.
Brustkrebs, Analyse der Milch 411.
Buchweizen, Analyse 752.
Butter, allgemeines chemisches Verhalten 389 — Bildung derselben 387 — chemische Bestandtheile 388 — -gehalt der Milch verschiedener Thiere 417 — quantitative Bestimmung s. Milchanalyse — Ranzigwerden derselben 389.
Butterfett, Bestandtheile desselben 388.
Buttermilch 387.
Buttersäure, Eigenschaften 264 — physiologische Beziehungen 265 — Verhalten gegen Reagentien 264 — Vorkommen 264 — Zusammensetzung 264.
Butyrin 156.
Byssus der Acephalen 146.
— Vibrio, in der Milch 387. 413.

C.

Cäment der Zähne 579 — quantitative Zusammensetzung 580.
Campêchenholz, Uebergang des Pigments in den Harn 542.
Campher, geht nicht in den Harn über 543.
Camphersäure, Uebergang in den Harn 542.
Cancer vulgaris, Kupfergehalt des Blutes 125 — pagurus, desgleichen 125.
Capillargefässsystem, Einfluss desselben auf den Albumingehalt der Transsudate 375.
Capra aegagrus s. Bezoare.
Caprinin 156.
Caprinsäure, Eigenschaften 267 — Vorkommen 267 — Zusammensetzung 267.
Capronin 156.
Capronsäure, Eigenschaften 266 — Vorkommen 266 — Zusammensetzung 266.
Caprylin 156.
Caprylsäure, Eigenschaften 267 — Vorkommen 267 — Zusammensetzung 267.
Carabus, Buttersäure in Drüsensecreten dieser Thiere 265.
Carnivoren, Ausscheidung der Phosphate durch den Harn 103 — Blut derselben 348 — Ernährungsmodus 38 — Harn derselben 567 — Stoffwechsel derselben 779 — Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane 787. 788.
Caseïn, Abstammung 140 — Austritt 140 — -gehalt der Milch verschiedener Thiere 417 — physiologische Bedeutung 140 — Verhalten gegen Reagentien 139 — Vorkommen 139 — Zusammensetzung 139 — Zustände im Organismus 140.
Castoreum 200.
Castorin 200.
Cellulose, Eigenschaften 175 — Verdauung 761 — Vorkommen 176 — Zusammensetzung 175.
Centesimalgalactometer von Chevallier 421.
Cephalophoren, Kalkschalen derselben 97.
Cephalopoden, Kalkschalen derselben 97. 591 — schwarzes Pigment 195.
Cephalot 623.
Cerebellum, Aschengehalt 637 — Gehalt an Fetten und Albuminaten 630. 631 — Gehalt an Phosphor 638 — an Wasser 630. 631.
Cerebrin, Eigenschaften 173 — Mengenverhältnisse im Gehirn 634; im Rückenmark 640; in den Nerven 644 — Vorkom-

men 174 — Zustände im Organismus 174 — Zusammensetzung 174.
Cerebrinsäure s. Cerebrin.
Cerebrol 623.
Cerebrospinalflüssigkeit, chemische Bestandtheile 376 — quantitative Zusammensetzung 380.
Cerebrot 623.
Cetaceen, Knochen derselben 577.
Cetaceum s. Wallrath.
Chenocholsäure, Eigenschaften 180 — Zusammensetzung 180.
Chenotaurocholsäure, Eigenschaften 179 — Vorkommen 179 — Zusammensetzung 179.
Chinin, Uebergang in den Harn 542 — schwefelsaures: Einfluss auf die Ausscheidung der Harnsäure 534.
Chitin, Abstammung 175 — Eigenschaften 174 — physiologische Bedeutung 175 — Vorkommen 174 — Zusammensetzung 174 — Zustände im Organismus 174.
Chlorammonium, Eigenschaften 87 — Krystallformen 87 — Vorkommen 87.
Chlorkalium, Eigenschaften 86 — Vorkommen 86.
Chlornatrium, Abstammung 83 — Ausscheidung durch den Harn 535; Austritt 83 — Eigenschaften 81 — Einfluss auf die Ausscheidung des Harnstoffs 533 — Krystallform 82 — Mengenverhältniss desselben im Körper 82 — Momente, von welchen die Ausscheidungsgrösse abhängig ist 537 — physiologische Bedeutung 84 — quantitative Bestimmung im Harn 521 — Resorption 769 — Verhältniss der Ausscheidung zur Zufuhr 535 — Verhältniss derselben in Krankheiten 558. 560 — Vorkommen 82 — Zustände im Organismus 83.
Chlorophyll, geht nicht in den Harn über 543.
Chlorose, Zusammensetzung des Blutes 337. 838.
Chlorrodinsäure 281.
Chlorwasserstoffsäure, Abstammung 117 — Austritt 118 — Eigenschaften 117 — Mengenverhältnisse 117 — physiologische Bedeutung 118 — Vorkommen 118 — Zustände im Organismus 117.
Cholepyrrhin, Eigenschaften 189 — Erkennung 189 — Zusammensetzung 189.
Cholera, Blut 337 — Erbrochenes 494 — Harn 558 — Harnstoff in der Galle 465; in den Muskeln 618; im Schweiss 506 — -transsudate 381 — -stühle 498 s. Transsudate.
Cholerastühle s. Cholera.
Choleratranssudate s. Cholera.
Cholesterin, Abstammung 198 — Eigenschaften 196 — Krystallform 197 — Mengenverhältnisse im Allgemeinen 197; im Gehirn 634; im Rückenmark 641; den Nerven 644 — physiologische Bedeutung 199 — Verwandlungen und Austritt 199 — Vorkommen 197 — Zusammensetzung 196 — Zustände im Organismus 198.
Choloidinsäure, Eigenschaften 179 — Vorkommen 179 — Zusammensetzung 179.
Cholsäure, Eigenschaften 179 — Vorkommen 179 — Zusammensetzung 179.
Chondrigen 150. 581.
Chondrin, Eigenschaften 150 — physiologische Bedeutung 150 — Vorkommen 150 — Zusammensetzung 150.
Chondroiten s. Schleimsteine.
Choroidea, Pigment derselben 195.
Chrom, Uebergang in den Harn 543.
Chylorhoea 496.
Chylus 363 — allgemeines chemisches Verhalten 365 — anatomische Charaktere 364 — chemische Bestandtheile 365 — Harnstoffgehalt desselben 361 — physikalische Charaktere 364 — physiologische Bedeutung und Bildung 371 — quantitative Zusammensetzung 366; des Chylus verschiedener Gefässbezirke 369; Einfluss der Art der Nahrung auf dieselbe 369 — Zuckergehalt 360.
Chyluskörperchen 364.
Chymus, allgemeines chemisches Verhalten 462 — chemische Bestandtheile 492. 759 — physikalische Charaktere 492. 759.
Citronensäure, Uebergang in den Harn 542.
Coccus Cacti, Vorkommen des Tyrosins 221.
Coccusroth, geht nicht in den Harn über 543.
Coffrefisch, Analyse der Schuppen 579.
Colitis, Analyse der Milch 410.
Collagen 148. 581.
Colloidmasse 429.
Colostrum 386 — quantitative Zusammensetzung des Colostrums der Frauenmilch 393.
Colostrumkörperchen 386.
Columba turtus, Analyse der Knochen 578.
Conchiolin 146.
Concretionen 58.
Conservateur du lait 418.
Constitution, Einfluss derselben auf die Zusammensetzung der Milch 398.
Coralliden, kalkige Asche derselben 96 591.

Cornea, chemisches Verhalten 586 — quantitative Zusammensetzung 589.
Corpora striata (Gehirn), Aschengehalt derselben 637 — Gehalt an Wasser, Fetten und Albuminaten 630. 631 — Phosphorgehalt 638.
Corpus callosum (Gehirn), Gehalt an Fett 633 — an Phosphor 638.
Corticalsubstanz (Gehirn), Gehalt an Fett und Wasser 633.
Craniotabes, Analyse der Schädelknochen 576.
Crémometer von Dinocourt 420.
Cretinismus, Blut 337.
Crura Cerebri — Aschengehalt derselben 637 — Gehalt an Albuminaten, Fett und Wasser 630. 631 — Phosphorgehalt 638.
Cruciferen, Oele derselben gehen in die Milch über 387
Cruor sanguinis s. Blutkuchen.
Crusta inflammatoria s. Speckhaut.
Crustaceenpanzer 591.
Cumarsäure, Uebergang in den Harn 542.
Curarevergiftung, Einfluss auf den Zuckergehalt der Leber 656.
Cynthien, Cellulose derselben 176.
Cyprinus Carpis, Analyse der Knochen 578.
Cysten, Inhalt derselben 379.
Cystin, Darstellung aus dem Safte drüsiger Organe 648; aus dem Safte der Nieren 664 — Eigenschaften 228 — Krystallform 228 — physiologische Beziehungen 228 — Vorkommen 228 — Zusammensetzung 228.

D.

Damalursäure 281.
Damolsäure 282.
Darmausscheidung 51. 496 — Maass derselben bei Carnivoren 787. 788 — bei Herbivoren 787. 788 — bei melkenden Kühen 788 — beim Menschen 789 — bei Omnivoren 789
Darmcapillaren, Transsudate derselben 379 — quantitative Zusammensetzung derselben 380.
Darmcatarrh 381.
Darmgase, Analyse derselben von Menschen 495. 765; von Hunden 764; von Pferden 496 — Bestandtheile derselben 494 — Einfluss der Nahrung auf ihre Zusammensetzung 495. 764. 765.
Darminhalt 491 — des Dickdarms 493 — des Dünndarms 491.
Darmsaft 490 — allgemeines chemisches Verhalten 490 — Betheiligung desselben bei der Verdauung 491 — physikalische Charaktere 490 — quantitative Zusammensetzung 491 — verdauende Eigenschaften desselben 490.
Darmsteine 501 — Arten und Bildungsweise derselben 502 — quantitative Zusammensetzung 502.
Degeneration, fettige der Organe 158. 160. 618.
Delphinus globiceps, Fett desselben 266.
Dextrin, Eigenschaften 215 — Vorkommen 216 — Zusammensetzung 215.
Diabetes insipidus, vergleichende Zusammensetzung des Harns 558.
Diabetes mellitus, vergleichende Zusammensetzung des Blutes 337; Zuckergehalt desselben 339 — Galle, Zucker in derselben 465 — Harn, allgemeine Charaktere desselben 545; vergl. Zusammensetzung desselben 558; Zuckergehalt desselben 545; künstliche Erzeugung desselben 545 — Leber, Zuckergehalt derselben 655. 656. 658 — Nieren, Zucker in denselben 663 — Pankreas, Zucker in selber 661 — Schweiss, Zucker in selbem 507 — Speichel, Zucker darin 444 — Theorieen über selben 205. 206.
Diarrhöe, Zusammensetzung des Blutes 338.
Diastase animale 438.
— salivaire s. Diastase animale.
Dichroismus des Blutes 301 — des Blutfarbstoffs 171 — Mittel zur Erkennung des Bluts in gerichtlichen Fällen 352.
Dickdarmgase s. Darmgase.
Dickdarminhalt s. Darminhalt.
Dolium Galea, Speichel des Thieres 447.
Dotter, allgemeines chemisches Verhalten desselben 671 — chemische Bestandtheile 671 — Formelemente desselben 671 — quantitative Zusammensetzung 676; der Asche 677 — Veränderungen während des Bebrütens 678.
Dotterfett 672 — Pigmente desselben 672.
Dotterkügelchen 671.
Dotterplättchen der Fische und Amphibien 674 — Krystallnatur derselben 151. 152.
Drüsen, Chemie derselben 646 — Gehalt verschiedener Drüsen an Wasser, organischen Stoffen und Aschenbestandtheilen 669 — Methode der qualitativen Analyse der Drüsensäfte 646. — Vergleiche im Uebrigen die einzelnen Drüsen.
Ductus thoracicus, Chylus desselben 369.
Dünndarmchymus vergl. Darminhalt.
Dünndarmgase s. Darmgase.
Dünndarminhalt s. Darminhalt.

Dysenterie, Blut 337. 338. 339 — Transsudat 379. 382 — -stühle 498; quantitative Zusammensetzung 380.
Dyslysin, Eigenschaften 180 — Vorkommen 180 — Zusammensetzung 180.
Dyspepsie, Speichel 444.
Dyspepton 456.
Durst 79.

E.

Echinococcusbälge, Inhalt derselben 274. 379 — Mutterblasen derselben 174.
Echinodermen, Kalkablagerungen derselben 97. 591.
Ei, Chemie desselben 671 — Eier der Amphibien und Fische 674; Dotterplättchen derselben 674 — der Krebse und Hummern 678; eigenthümliche Pigmente derselben 675 — Eier der Vögel 671 — allgemeines chemisches Verhalten 673 — chemische Bestandtheile 673 — Formelemente: 671; Albumen 673; Dotter 671 — -schale derselben 674; quantitative Verhältnisse 675 — Analyse des Albumens des Hühnereies 676; der Asche desselben 677; des Dotters des Hühnereies 676; des Karpfeneies 676; der Asche 677; der Eierschalen verschiedener Thiere 677 — Veränderungen der Eier während der Bebrütung 678 — Respiration derselben 679.
Eidechseneier 675.
Eidotter s. Dotter.
Eier, monströse 674.
Eieröl 672.
Eierweiss s. Albumen.
Eigelb s. Dotter.
Einnahmen, Bilanz derselben mit den Ausgaben der thierischen Oekonomie 770: bei Carnivoren 787; bei Herbivoren 787; bei melkenden Kühen 788; beim Menschen 789; bei Omnivoren 789; bei verschiedener Art der Nahrung 779.
Einathmungsluft, Einfluss ihrer Zusammensetzung auf die Kohlensäureausscheidung 713.
Eischale, Analysen derselben 677.
Eisen, Abstammung 124 — Austritt 124 — Mengenverhältnisse 122 — physiologische Bedeutung 124 — Vorkommen 121 — Zustände im Organismus 123.
Eisensalze, Uebergang in den Magensaft 450 — in die Milch 387.
Eisvogel, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Eiter 382 — allgemeines chemisches Verhalten 383 — anatomische Charaktere 382 — Bildung 385 — blauer 383. 285 — chemische Bestandtheile 383, nicht constante 383 — physikalische Charaktere 382 — quantitative Zusammensetzung 384.
Eiweiss s. Albumin.
Elastin, Eigenschaften 147 — physiologische Beziehungen 147 — Vorkommen 147 — Zusammensetzung 147.
Elastisches Gewebe 587 — chemisches Verhalten 588 — quantitative Analysen 589 — Reindarstellung seiner Grundsubstanz 587 — Zersetzungsproducte durch Schwefelsäure 588.
Elektrisches Organ von Raja oxyrhynchus 587 — von Torpedo 645.
Eledone, Kupfergehalt des Blutes 126. 349.
Eleencephol 623.
Elenn, Schwefelgehalt der Klauen 598.
Elephantenzähne 580.
Elster, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Embolie der Art. hepat., Analyse der Leber 658.
Embryonen, Zusammensetzung des Gehirns derselben 633.
Emydin, Eigenschaften 152 — Vorkommen 152 — Zusammensetzung 152.
Emys, Analyse der Eischale 677 — geographica, Galle 465 — insculpata, Galle 465.
Enchondrom 150.
Ente, wilde, Analyse des Fleisches 611 — Kieselerdegehalt der Federn 600.
Enteritis, Analyse der Milch 411.
Entozoën, elliptische Kalkkörperchen 97.
Entwöhnung, Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch 401.
Entzündungen, Blut 337. 338. 339, Harn 558 — exsudative, Verschwinden der Chloride aus dem Harn 560.
Entzündungshaut s. Speckhaut.
Epidermis, Schwefelgehalt derselben 597 — Zusammensetzung 145.
Epithelium, Zusammensetzung 145.
Erbrochenes, Formelemente 493 — mögliche Bestandtheile desselben 493.
Erbsen, quantitative Zusammensetzung 752 — der Asche 753.
Ernährung, allgemeine Verhältnisse derselben bei Pflanzen 11; bei Thieren 37 — Chemie derselben 738: bei verschiedener Nahrung 779; bei Brotfütterung 786; bei Fleischfütterung 780; bei Fleisch- und Fettfütterung 784; bei Leimfütterung 786.
Erysipelas, Blut 338.
Erythrogen 282.
Erythrosin 221.
Eselslymphe, Zusammensetzung derselben 359.
Eselsmilch, quantitative Zusammensetzung derselben 395. 417 — vergl.

Scala ihres Gehalts an Albuminaten, Butter, Milchzucker und Salzen und an Wasser 417.
Esox lucius, Schwefelgehalt der Galle 471.
Essigsäure, chemisches Verhalten gegen Reagentien 263 — Eigenschaften 263 — Vorkommen 263 — Zusammensetzung 263.
Euglena viridis s. Paramylon.
Exantheme, Blut 337.
Excremente s. Faeces.
Excretin, Eigenschaften 260 — Vorkommen 260 — Zusammensetzung 260.
Excretolinsäure 282.
Extractum Carnis, Bereitung 621.

F.

Faeces, allgemeines chemisches Verhalten 497 — chemische Bestandtheile 497 — mikroskopische Elemente 496 — quantitative Zusammensetzung 499 — der Asche derselben 499 — von Menschen 500; von Thieren 500; bei der Cholera 498; bei Icterus 498; bei der Ruhr 498; bei Säuglingen 498; beim Typhus 498; nach Calomelgebrauch 497; nach dem Gebrauch von Eisenpräparaten 497.
Fäulnissproducte der Galle 464.
Falke, rauhfüssiger, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Farbe des Blutes 301 — Einwirkung der Gase 301.
Faserknorpel, chemisches Verhalten derselben 582.
Faserstoff s. Fibrin.
Faserzellen, contractile, Bestandtheile derselben 623.
Felis Catus, Knochen 578.
— Leo, Knochen 578.
Ferrocyankalium s. Blutlaugensalz.
Fettbildung im Thierkörper 40. 159.
Fettbläschen 165.
Fette, Abstammung 159 — allgemeiner Charakter derselben 154 — Austritt und Verwandlungen im Organismus 160 — Bildung im Thierkörper 40. 159 — Eigenschaften 154 — Erkennung derselben 165 — Mengenverhältnisse 156 — physiologische Bedeutung 163 — Ranzigwerden derselben 155 — Resorption 767. 769 — Verdauung 762 — Verseifung im Blute 162 — Vorkommen 156 — Zusammensetzung 155 — Zustände im Organismus 157.
Fettgeschwülste 158.
Fettige Entartung s. Degeneration, fettige.
Fettleber, Analyse der Galle 474 — der Leber 658.
Fettsäuren, flüchtige, Darstellung derselben aus Fleisch nach Scherer 609.
— freie 166 — Vorkommen 167.
Fetttröpfchen 158. 165.
Fettwachs s. Leichenwachs.
Fettzellen 157. 165.
Fettzellgewebe 157. 589 — chemisches Verhalten 590.
Fibrin, Abstammung 136 — Eigenschaften 135 — Verhalten gegen Reagentien 135 — Vorkommen 136 — Mengenverhältnisse 136 — Zusammensetzung 135 — Zustände im Organismus 136.
Fibroin, Eigenschaften 146 — Vorkommen 147 — Zusammensetzung 146.
Fischbein, Schwefelgehalt desselben 598.
Fische, Eier 675 — Fleisch 611. 613 — Galle 465. 470. 471 — Knochen 578 — Schuppen 578.
Fischgalle, Constitution derselben 465 — quantitative Zusammensetzung 470 — Schwefelgehalt 471.
Fischreiher, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Flatus s. Darmgase.
Fleisch, allgemeines chemisches Verhalten 606 — Asche 612: quantitative Zusammensetzung 613; von ungesalzenem und eingesalzenem Fleisch 615; -brühe: Zusammensetzung 620; chemische Bestandtheile und Vertheilung derselben 605 — Kreatingehalt des Fleisches verschiedener Thiere 612 — quantitative Zusammensetzung 610: von Fröschen 611; von Hühnern 611; vom Kalb 611; vom Karpfen 611; vom Menschen 611; vom Ochsen 611; vom Reh 611; vom Schwein 611; von der Taube 611; der Teichforelle 611; der Wildente 611 — Vertheilung der anorganischen Salze auf Fleischbrühe und Fleischrückstand beim Kochen 614 — Zubereitung des Fleisches 618: Braten 621; Dämpfen 622; Einsalzen 622; Fleischextract 621; Pökeln 622; Räuchern 622; Sieden 619; Zusammensetzung 620.
Fleischsaft, Analyse desselben nach Liebig 608 — Darstellung flüchtiger Fettsäuren daraus 609; des Kreatins nach Städeler 610; des Sarkins nach Strecker 609; des Syntonins 610; des Xanthins und Sarkins nach Städeler 610 — physiologische Verschiedenheiten des Fleisches nach Art und Alter der Thiere 616; bei Ruhe und Bewegung 617 — pathologische Veränderungen 618 — Verdauung 758.
Fleischfresser s. Carnivoren.

Fleischnahrung, Stoffwechsel dabei 780 — und Fettnahrung, Stoffwechsel 784.
Fluorcalcium, Eigenschaften und Vorkommen 88.
Frauenmilch, quantitative Zusammensetzung derselben 392 — der Asche 396 — Uebergang von Arzneistoffen in dieselbe 414 — Verschiedenheiten ihrer Zusammensetzung unter physiologischen Verhältnissen 397 — Zusammensetzung in Krankheiten 410. 411. 412. 413. Vergl. Scale ihres Gehalts an Albuminaten, Butter, Milchzucker und Salzen und Wasser 417.
Fristatzung 750.
Froschfleisch, Analyse 611.
Fruchtwasser s. Amniosflüssigkeit.
Fuchs, Schwefelgehalt der Galle 471 — der Haare 597 — der Klauen 598.
Futter, Einfluss desselben auf die Zusammensetzung der Milch bei Thieren 406.

G.

Gadus Morrhua, Schwefelgehalt der Galle 471.
Gährung, der Galle 463 — saure, des Eiters 383 — alkalische und saure, des Harns 512.
Gänsegalle, chemische Constitution derselben 464 — Schwefelgehalt derselben 471.
Galle 462 — allgemeines chemisches Verhalten 466 — Analyse derselben 468 — antiseptische Eigenschaften 480; — -asche, quantitative Zusammensetzung 471 — Betheiligung bei der Resorption der Fette 760 — Bildung 479. 182 — chemische Bestandtheile 463; abnorme 465 — Fäulnissproducte 464 — Metamorphosen derselben im Organismus 479 — Nachweis 481; der Gallensäuren 482, der Pigmente 482 — physikalische Charaktere 462 — physiologische Bedeutung 479 — quantitative Zusammensetzung der Menschengalle 469; unter physiologischen Bedingungen 469; in Krankheiten 473 — Resorption 479. 187 — Schwefelgehalt der Galle verschiedener Thiere 470 — Sedimente 477 — Steine 477 — Arten derselben 477 — Bildung 478 — quantitative Analysen 478 — Galle von Thieren: chemische Constitution derselben 464 — der Fischgalle 465 — Gänsegalle 464 — Hundegalle 464 — Känguruhgalle 465 — Menschengalle 464 — Ochsengalle 464 — Schafsgalle 464 — Schlangengalle 465 — Schweinegalle 464 — quantitative Zusammensetzung der Fischgalle 470 — der Gänsegalle 470 — der Känguruhgalle 470 — der Ochsengalle 470 — der Schlangengalle 470 — der Schweinegalle 470 — Uebergang fremder Stoffe 465 — verdauende Kräfte 480.
Gallenfarbstoffe, Arten derselben 188 — Abstammung 192 — Austritt 193 — Eigenschaften der verschiedenen Modificationen 189: des Bilifulvins 189; des Biliverdins 190; des Cholepyrrhins 189 — Nachweis des Cholepyrrhins 189; siehe unter Galle — physiologische Bedeutung 194 — Verwandlungen im Organismus 193 — Vorkommen 191 — Zustände im Organismus 191.
Gallensäuren, Abstammung 181 — Austritt 186 — allgemeines chemisches Verhalten 176 — Erkennung 177 — physiologische Bedeutung 188 — Spaltungsproducte 179 — Verwandlungen im Organismus 186 — Zustände im Organismus 181.
Gallensteine, Arten derselben 477 — Bildung 478 — quantitative Analysen 478.
Gans, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Gase, im Thierkörper überhaupt vorkommende 56. 59 — Athmen in verschiedenen Gasen 715 — Gase des Blutes 321; quantitative Zusammensetzung 322. 323; des Dickdarms 494. 495. 496. 764. 765; des Dünndarms 494. 495. 496. 764. 765; der Milch 395; quantitative Zusammensetzung 395 — des Harns 510; quantitative Zusammensetzung 525. 526 — des Magens 494. 495. 496. 764. 765 — Verhalten des Blutes gegen Gase 299.
Gaswechsel, Gesetze desselben bei der Respiration 687 — Theorie desselben 691.
Gefässwand, Einfluss derselben auf die Gerinnung des Blutes 296.
Gehirn 623 — allgemeines chemisches Verhalten 626 — chemische Bestandtheile 624; Vertheilung derselben 625 — Fett- und Wassergehalt der grauen und weissen Substanz 632; des Gehirns von Embryonen und Neugeborenen 633 — Gehirn von Thieren 635 — Phosphorgehalt des Gehirns 638 — -asche 635; quantitative Zusammensetzung 636 — Aschengehalt verschiedener Gehirnparthieen 637; des Aetherextracts 638 — Methoden der Analyse 627; Fremy's Methode 627; W. Müller's Methode 627 — quantitative Zusammensetzung des Gehirns von Menschen 628; des Gesammtgehirns 628; verschiedener Gehirnparthieen 629. 630. 631 — Verhältnisse des

Cerebrins und Cholesterins zu den übrigen Fetten 634.
Geistige Getränke, Einfluss derselben auf die Kohlensäureausscheidung 711.
Gekrösvenenblut, vergl. Zusammensetzung desselben 333.
Gelbe Rüben, Analyse 753 — der Asche 754.
Gelbes Fieber, Blut 337.
Gelenkrheumatismus, Blut 338 — Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber 657.
Gemse, Schwefelgehalt der Haare 597 — des Horns 597 — der Klauen 598.
Gemüthsaffecte, Einfluss derselben auf die Zusammensetzung der Milch 408.
Gerinnung des Blutes s. Blut.
Gerste, Analyse der Samen 752 — der Asche derselben 753.
Gerstenbrot, Analyse 752.
Gerstenpflanze, Ernährung derselben 25.
Geruch des Blutes bei verschiedenen Thieren 348.
Gesammtgaswechsel 721.
Geschlecht, Einfluss desselben auf die Zusammensetzung des Blutes 334; der Knochen 575; des Harnstoffs 529 — auf die Ausscheidung der Kohlensäure 712.
Geschlechtsleben, Einfluss auf die Zusammensetzung des Blutes 530 — der Milch 404.
Gewebe, Chemie derselben 569: des Binde- und elastischen Gewebes 584; des Horngewebes 592; des Knochengewebes 569; des Knorpelgewebes 581; des Muskelgewebes 603; des Nervengewebes und Gehirns 623.
Gewebsbildner 55. 126.
Glaskörper des Auges 378 — quantitative Zusammensetzung 380.
Glatte Muskeln s. Faserzellen, contractile.
Globulin, Verhalten 140 — Vorkommen 140 — Zusammensetzung 140.
Glutin, Eigenschaften 148 — physiologische Beziehungen 149 — Vorkommen 148 — Zusammensetzung 149.
Glyceride, im Thierkörper vorkommende 155.
Glycerinphosphorsäure 282.
Glycin, Eigenschaften 180 — Vorkommen 180 — Zusammensetzung 180.
Glycolsäure 180.
Glykocholsäure, Eigenschaften 177 — Vorkommen 177 — Zusammensetzung 177.
Glykogen, Abstammung 213 — Austritt 214 — Eigenschaften 211 — physiologische Bedeutung 214 — Verwandlungen im Organismus 214 — Vorkommen 212 — Zusammensetzung 212 — Zustände im Organismus 213.
Granulirte Leber, Analyse der Galle 474 — der Leber 658.
Graue Substanz des Gehirns 625 — der Hemisphären 633 — quantitative Analyse 628. 633. 634. 635; der Asche 638; der Fette 635 — Phosphorgehalt 639.
Gravidin 283.
Grünspecht, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Guanin, Abstammung 229 — Austritt und Verwandlungen 230 — Darstellung aus dem Safte der Pankreasdrüse 662 — Eigenschaften 229 — mikroskopische Krystallform des salzsauren Guanins 229 — Vorkommen 229 — Zusammensetzung 229 — Zustände im Organismus 229.
Gummi, Resorption desselben 769 — Verdauung 761.
Gurken, Analyse 753 — Asche derselben 754.

H.

Haare, Färbung derselben 595 — Kieselerdegehalt derselben 602 — quantitative Analyse der Asche 598. 599 — Schwefelgehalt derselben 597.
Hämatin, Abstammung 172 — Arten desselben: von Berzelius 169; von Lecanu 168; von Lehmann (krystallisirtes) 169; von Robin und Verdeil 169; von Sanson 169; von Teichmann 170; von Wittich 169 — Dichroismus desselben 171 — physiologische Bedeutung 173 — Verwandlungen im Organismus und Austritt 173 — wirkt Ozon übertragend 171 — Zusammensetzung 168 — Zustände im Organismus 171.
Hämatoidin, Abstammung 195 — Eigenschaften und Krystallform 194. 195 — ist identisch mit Bilifulvin 195 — Vorkommen 195 — Zusammensetzung 194 — Zustände im Organismus 195.
Hämatokrystallin, Arten desselben: hexagonales 141; prismatisches 141; rhomboëdrisches 141; tetraëdrisches 141 — chemisches Verhalten 141 — Gewinnung mikroskopischer Blutkrystalle 142 — Krystallformen 141 — Vorkommen 142 — Zusammensetzung 141.
Hämatosin von Lecanu 168.
Häminkrystalle, Eigenschaften und Formen derselben 170 — Häminprobe zur Erkennung des Blutes in gerichtlichen Fällen 353.
Hafer, Analyse 752.

Haferbrot, Analyse 752.
Hammelgalle, Schwefelgehalt derselben 471.
Hanfsamensteine 561.
Harn, 509 — allgemeines chemisches Verhalten 511 — Analyse, Methode derselben 517 — Asche 526; quantitative Analysen 527 — Bereitung 562 — chemische Bestandtheile 510; abnorme und nicht constante 510. 544: Albumin, Nachweis und quantitative Bestimmung 544; Traubenzucker, Nachweis und quantitative Bestimmung (diabetischer Harn) 545 — Gase 525; quantitative Zusammensetzung 526 — Gährung, alkalische 512, saure 512 — Harn in Krankheiten 543 — Harn des Menschen 509; von Thieren: der Carnivoren 567; der Frösche 568; der Herbivoren 567; der Hunde 567; der Kälber 568; der Pferde 567; der Schildkröten 568; der Schlangen 568; der Schmetterlinge und Raupen 568; der Schweine 567; der Spinnen 568; der Vögel 568 — Menge, mittlere 524 — mittlere Gewichtsmengen der in 24 Stunden durch den Harn ausgeschiedenen Stoffe 524 — Nachweis der normalen Harnbestandtheile 513 — physikalische Charaktere des Harns 509 — physiologische Schwankungen in der Ausscheidung des Chlornatriums 535; der Harnsäure 533; des Harnstoffs 528; der Hippursäure 535; des Kreatins und Kreatinins 535; der phosphorsauren Alkalien 538; der phosphorsauren Erden 539; der Schwefelsäure 537; des Wassers 539 — Säuregrad des Harns 523 — Sedimente: aus Cystin 554; aus Harnsäure 551; aus harnsauren Salzen 552; aus Hippursäure 554; aus organischen Materien 556; aus oxalsaurem Kalk 553; aus phosphorsaurer Ammoniakmagnesia 555; aus phosphorsaurem Kalk 555; aus Tyrosin 555 — Steine: aus Cystin 562; aus Harnsäure 561; aus harnsaurem Ammoniak 561; aus organischen Materien 562; aus oxalsaurem Kalk 561; aus phosphorsauren Erden 561; aus Xanthin 561 — Uebergang fremder Stoffe in den Harn 541.
Harnblau, von Virchow, chemisches Verhalten 257 — Krystallformen 256 — Vorkommen 256.
Harnentleerungen, Einfluss derselben auf die Ausscheidungsgrösse des Chlornatriums 537 — des Harnstoffs 529.
Harnfarbstoffe, Abstammung 259 — Arten derselben: Harnblau 256; Indigo 258; Melanurin 257; Scheerer's Harnfarbstoff 255; Uroglaucin 255; Urohämatin 257; Urokyanin 256; Uroxanthin 255; Urrhodin 257; Uroerythrin 257 — Darstellung und Eigenschaften 255 — 257 — physiologische Beziehungen 258 — Verwandlungen 259 — Zusammensetzung 255.
Harngries 251.
Harnige Säure s. Xanthin.
Harnmenge, Einfluss derselben auf die Ausscheidungsgrösse des Chlornatriums 537 — des Harnstoffs 529.
Harnruhr s. Diabetes mellitus.
Harnsäure, Abstammung 251 — Ausscheidungsgrösse 533 — Austritt und Verwandlungen 253 — Bildungsstätte 252 — Eigenschaften 248 — Krystallformen 248 — Nachweis im Harn 514 — physiologische Bedeutung 253 — quantitative Bestimmung 520 — Salze, harnsaure 249 — Vorkommen 249 — Zusammensetzung 248 — Zustände im Organismus 250.
Harnsedimente s. unter Harn.
Harnsteine s. unter Harn.
Harnstoff, Abstammung 234 — Art der Bildung 236 — Ausscheidungsgrösse 528; in 24 Stunden, mittlere Mengen 525; in Krankheiten 558. 559; Momente, von denen sie abhängig ist 529 — Austritt und Verwandlungen 241 — Bestimmung im Blut, Chylus und Lymphe 361; quantitative nach Liebig 518 — Eigenschaften 232 — Krystallform 232 — Maass des Stoffwechsels 242 — Nachweis im Harn 513 — physiologische Bedeutung 242 — Verbindungen 232 — Vorkommen 234 — Zusammensetzung 232 — Zustände im Organismus 234.
— oxalsaurer, Eigenschaften 233 — Krystallform 233 — Mittel zur Erkennung des Harnstoffs 234 — Zusammensetzung 233.
— salpetersaurer, Eigenschaften 233 — Krystallform 233 — Mittel zur Erkennung des Harnstoffs 233 — Zusammensetzung 233.
— Chlornatrium, Eigenschaften 234 — Zusammensetzung 234.
— Quecksilberoxyd s. Quecksilberoxyd-Harnstoff.
Harnzucker s. Traubenzucker.
Hase, Schwefelgehalt der Haare 597; der Klauen 598.
Hausenblase, Elementaranalyse derselben 149.
Haushahn, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Hautathmung 721: beim Menschen 723; bei Thieren 722.
Hautblasenflüssigkeit 379. 373.
Hautsalbe 507 — chemische Bestandtheile 507 — mikroskopische Elemente 507.

Hautschuppen bei Ichthyosis und Pellagra 602.
Hautsecrete 503: Hauttalg 507 — Ohrenschmalz 508 — Secret der Meibom'schen Drüsen 508 — Schweiss 503 — Smegma präputii 508 — Vernix caseosa 508.
Hauttalg s. Hautsalbe.
Hechtschuppen, Analyse 579.
Helix pomatia, Blut 348 — Kupfergehalt desselben 349. 126.
Hemisphären (des Gehirns), Aschengehalt 637 — Gehalt an Albuminaten, Fetten und Wasser 630. 631 — Phosphorgehalt 638; der grauen und weissen Substanz 633.
Herbivoren, Ausscheidung des kohlensauren Kalks durch den Harn 99; der phosphorsauren Salze hauptsächlich durch den Darm 103 — Blut derselben 348 — Ernährungsmodus 39 — Harn derselben 567 — Stoffwechsel derselben 787 — Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane 787. 788.
Herbstfäden 147.
Herzkrankheiten, Blut 338 — Galle 476 — Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber. 657.
Hexenmilch 414.
Hippursäure, Abstammung 244 — Auftreten im Harn nach dem Genuss von Benzoëäther, Benzoësäure, Bittermandelöl und Zimmtsäure 542 — Ausscheidungsgrösse 535 — Austritt und Verwandlungen 247 — Eigenschaften 243 — Krystallformen 243 — Nachweis im Harn 514 — physiologische Bedeutung 247 — quantitative Bestimmung 520 — Salze derselben 243 — Vorkommen 243; in den Ichthyosisborken 602 — Zusammensetzung 243 — Zustände im Organismus 243.
Hodenflüssigkeit 372.
Hodensubstanz, Fermentwirkung derselben 668.
Holothurien, Kalkdeposita derselben 97.
Horngewebe 592 — allgemeines chemisches Verhalten 592: der Haare und Federn 595; Kieselerdegehalt derselben 600. 602; der Krystalllinse 594; Analyse derselben 596; der Linsenkapsel 594 — chemische Bestandtheile 592 — quantitative Verhältnisse 596 — Schwefelgehalt der Epidermis 597; des Fischbeins 598; der Haare 597; des Horns 597; der Hufen 597; der Klauen 598; der Nägel 597; des Schildpatts 598 — Ichthyosisborken, Zusammensetzung derselben und ihrer Asche 602 — Verdauung 763.
Hornhaut, chemisches Verhalten derselben 586.
Hornstoff s. Keratin.
Hühnerblut, Analyse der Asche 325 — Kieselerdegehalt des Blutes 602.
Hühnerfleisch, Analyse 611 — Kreatingehalt desselben 612.
Hühnergalle, Schwefelgehalt derselben 471.
Hühnerei s. unter Ei.
Hülsenfrüchte, Verdauung derselben 759.
Hufen, Schwefelgehalt derselben 597.
Hummern, Eier derselben 675.
Humor aqueus 378 — quantitative Analyse 380.
Humustheorieen 28.
Hunde, Blut derselben — Analyse der Asche 325 — Fleisch-, Sarkin- und Xanthingehalt 612 — Galle, chemische Constitution 464; Schwefelgehalt derselben 471 — Harn 567 — Leber, Analyse derselben 653 — Haare, Schwefelgehalt derselben 597; der Klauen 598 — Magensaft, Analyse 460 — Speichel, Analyse 442.
Hungercur, Analyse der Milch 411.
Hungern, Einfluss auf die Ausscheidung des Harnstoffs 531 — auf die Ausscheidung der Kohlensäure 709 — Stoffwechsel 774.
Hyaline Knorpel, allgemeines chemisches Verhalten derselben 581 — Bildung von Zucker daraus 582.
Hydatidenflüssigkeiten 373. 379.
Hydraemie, Blut 337. 338.
Hydroceleflüssigkeit 379 — Bernsteinsäure ein Bestandtheil derselben 274 — quantitative Analyse 380.
Hydrocephalus acutus, Analyse des Transsudats 380.
Hydrocephalus chronicus, Analyse der Galle 476.
Hydrolactometer 420.
Hydropische Flüssigkeiten, Arten derselben 378 — aussergewöhnliche Bestandtheile 379 — chemische Bestandtheile 379 — Momente, von welchen ihre Zusammensetzung abhängig ist 375 — quantitative Analysen 380 — Vorkommen 378 — Zurücktranssudation derselben ins Blut 375.
Hydrops s. hydropische Flüssigkeiten.
Hydropsieen, acute Harn- 558 — chronische Harn- 558 — Blut 338.
Hydrophtalmus 378.
Hydrorhachis 378.
Hydrothorax 378 — Analyse des Transsudates 380.
Hyocholsäure, Eigenschaften 180 — Zusammensetzung 180.
Hyoglykocholsäure, Eigenschaften 178 — Vorkommen 179 — Zusammensetzung 178.

Hyotaurocholsäure, Eigenschaften 179 — Vorkommen 179 — Zusammensetzung 179.
Hypoxanthin s. Sarkin.

I.

Ichthidin, Eigenschaften 151 — Vorkommen 151.
Ichthin Eigenschaften 151 — Vorkommen 151 — Zusammensetzung 151.
Ichthulin, Eigenschaften 151 — Vorkommen 151 — Zusammensetzung 151.
Ichthyosisborken s. Hautschuppen.
Icterus, Blut 337 — Gallenfarbstoff in den Geweben 191 — Stühle 498 — Vermehrung des Leucins in der Leber 657.
Imbibition des Wassers 76.
Indican 258; im Blute 290.
Indigo, Darstellung aus dem Harn 258 — identisch mit Urokyanin und Uroglaucin 258 — Uebergang in die Milch 387 — Vorkommen im Harn 258.
Inguinaldrüsen, Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen 669.
Innervation, Einfluss derselben auf den Zuckergehalt der Leber 656.
Inosinsäure, Eigenschaften 254 — Vorkommen 254 — Zusammensetzung 254.
Inosit, Abstammung 210 — Darstellung aus drüsigen Organen 647; aus Gehirn 627; aus Muskeln 609 — Eigenschaften 210 — physiologische Bedeutung 211 — Reactionen 210 — Verwandlungen und Austritt 211 — Vorkommen 210 — Zusammensetzung 210 — Zustände im Organismus 210.
Instinctgesetz 748.
Intermittens, Blut 337. 339 — Harn 558. 559.

J.

Jod, freies, erscheint im Harn als Jodkalium und Jodnatrium 542 — geht in die Milch über 387; in den Speichel als Jodmetall 434; in den Schweiss 504.
Jodkalium, Uebergang in die Galle 465; in den Harn 541; in den Magensaft 450; in die Milch 387; in den Speichel 434; in den Schweiss 504.
Jodnatrium, Uebergang in den Harn 541. 542.
Jugularvenenblut, vergl. Zusammensetzung 329. 333.

K.

Känguruhgalle, chemische Constitution 465 — quantitative Analyse 470 — Schwefelgehalt derselben 471.
Käsestoff s. Caseïn.
Kalb, Blut, Asche desselben 324 — Fleisch, Analyse desselben 611; der Asche 613 — Galle, Schwefelgehalt derselben 471 — Harn noch säugender Kälber 568 — Klauen, Schwefelgehalt derselben 598 — Leber, Analyse 652.
Kali, Bestandtheil der Asche von Pflanzen 14 — von Thieren 38.
— kohlensaures, Eigenschaften 95 — Vorkommen 95.
— phosphorsaures, Eigenschaften 105; Vorkommen 105.
Kalisalze, Vorwiegen derselben über die Natronsalze in der Asche der Blutkörperchen 318. 321 — des Eidotters 677. 678 — des Fleisches 612. 613 — der Galle der Seefische und Schildkröten 465 — des Gehirns 636 — der Gemüsepflanzen 754 — der Körner- und Hülsenfrüchte 753 — der Leber 661. 654 — der Milch 396 — Uebergang in den Harn 541.
Kaliumeisencyanid, erscheint im Harn als Cyanür 542.
Kaliumeisencyanür s. Blutlaugensalz.
Kalk, Bestandtheil der Asche von Pflanzen 14 — von Thieren 38.
— harnsaurer, Eigenschaften 249 — Vorkommen 249.
— hippursaurer, Krystallform 243.
— kohlensaurer, Abstammung 98 — Austritt aus dem Organismus 98 — Eigenschaften 96 — Mengenverhältnisse 97 — physiologische Bedeutung 99 — Vorkommen 96 — Zustände im Organismus 98.
— milchsaurer, Eigenschaften 269 — Krystallform 269.
— oxalsaurer, Abstammung 278 — Austritt und Verwandlungen 280 — Eigenschaften 277 — Krystallform 277 — Vorkommen 277; in Harnsedimenten 553; in Harnsteinen 561 — Zustände im Organismus 277.
— phosphorsaurer, Abstammung 108 — Austritt 109 — Eigenschaften 106 — Mengenverhältnisse 107 — physiologische Bedeutung 110 — Vorkommen 106 — Zustände im Organismus 108.
— schwefelsaurer, Eigenschaften und Krystallform 116 — Vorkommen 116.
Kalkdeposita der Holothurien 97.
Kalkkörperchen der Entozoën 97.

Kalknadeln von Polypen und Mollusken 96. 591.
Kalkschalen der Acephalen, Cephalopoden und Cephalophoren 97. 591.
Kaninchen, Haare, Schwefelgehalt 597 — Kieselerdegehalt 602 — Leber, Analyse 652.
Karpfen, Eier derselben 675. 676 — Fleisch 611 — Leber 653 — Knochen 578 — Schuppen 579.
Kartoffeln, Analyse 753 — Asche 754 — Verdauung 759.
Kastanien, Analyse 753 — Asche 754.
Keratin, Austritt 146 — Eigenschaften 145 — physiologische Beziehungen und Bedeutung 145. 146 — Vorkommen 145 — Zusammensetzung 145.
Kieselerde, Bestandtheil der Asche von Pflanzen 14; von Thieren 38 — Abstammung 120 — Austritt 120 — Eigenschaften 119 — physiologische Bedeutung 120 — quantitative Bestimmungen in der Asche der Haare 602; der Vogelfedern 600 — Vorkommen 119 — Zustände im Organismus 120.
Kindspech s. Meconium.
Klauen, Schwefelgehalt derselben bei verschiedenen Thieren 598.
Knoblauchöl, Uebergang in die Milch 387.
Knochenerde 570 — chemisches Verhalten 571 — Einlagerungen in das Bindegewebe 590 — Verminderung in den Knochen bei Rhachitis, Craniotabes und Osteomalacie 576. 577 — Zusammensetzung 571.
Knochenfett, chemisches Verhalten 571.
Knochenfische, Eier derselben 675.
Knochen, fossile, chemisches Verhalten 571 — Deutung ihres Fluorgehaltes 572.
Knochengewebe, Chemie desselben 569 — allgemeines chemisches Verhalten 570 — chemische Bestandtheile 569 — Entwickelung 579 — pathologische Knochen 576: bei Craniotabes 576; bei Osteomalacie 577; bei Rhachitis 576 — quantitative Analysen von Menschenknochen 573; von Thierknochen 578; von Schuppen der Fische 578 — Verhalten der Knochenerde 571; des Knochenfetts 571; des Knochenknorpels 570; des Knochenmarks 571 — Verdauung 763.
Knochenknorpel, chemisches Verhalten desselben 570.
Knochenleim s. Glutin.
Knochenmark, chemisches Verhalten 571.
Knochenneubildungen, Vorwiegen des kohlensauren Kalks darin 576.
Knorpel, elastische, chemisches Verhalten 582.
Knorpelfische, Eier derselben 675.
Knorpelgewebe, Chemie desselben 581 — allgemeines chemisches Verhalten 581: des hyalinen Knorpels 581; des Faserknorpels 582 — quantitative Zusammensetzung 582; der Asche 583.
Knorpelleim s. Chondrin.
Kochsalz s. Chlornatrium.
Kohlenoxydgas, Einwirkung auf das Blut 300 — ein Zusatz desselben zur Einathmungsluft hebt die Respirationsthätigkeit auf 715.
Kohlensäure, Abstammung im Thierkörper 71; der durch die Lungen ausgeschiedenen 687 — Ausscheidung derselben durch die Haut 722. 723; durch die Lungen 685; durch die Pflanzen im Dunkeln 22 — Ausscheidung im Allgemeinen 72 — Bildungsstätte der exspirirten 688 — Eigenschaften 68 — Gesammtgaswechsel 723 — Grenze, bis zu welcher der Kohlensäuregehalt der Luft ohne Gefahr für das Leben ansteigen kann 714 — Mengenverhältnisse im Allgemeinen 69; im Blute 322; im arteriellen und venösen 328; der freien und gebundenen im Blute 322. 324; in den Darmgasen 495. 496. 764. 765 — in den Gasen des Harns 526; der Milch 395 — absolute Mengen der in der Zeiteinheit durch die Lungen ausgeschiedenen 700; der durch einen Athemzug entleerten 701 — der durch die Haut ausgeschiedenen 722. 723 — physiologische Bedeutung 72 — Schwankungen der Kohlensäureausscheidung unter physiologischen Bedingungen 703 — procentischer Gehalt der atmosphärischen Luft 685 — mittlerer der Ausathmungsluft 702 — Uebertritt aus dem Blute in die Lungen erfolgt nach den Diffusionsgesetzen 691 — Verhalten des Blutes zu Kohlensäuregas 299 — wovon die Absorption abhängig ist 299. 70 — färbt Blut dunkler und macht es dichroitisch 301 — Verhalten der Pflanzen zur Kohlensäure des Bodens, der Luft und des Wassers 17 — ist Nahrungsmittel der Pflanzen 17. 18 — Vorkommen: in der Luft, im Boden und im Wasser 17. 18; im Blute 322; im Darme und Magen 495. 496. 764. 765; im Harn 526; in der Milch 395; in den Lungengasen 702; der Humus eine Quelle von Kohlensäure 28 — woher stammt die Kohlensäure der Ausathmungsluft 687 — Zustände im Blute 299; im Organismus 69.
Kohlenstoff, Assimilation desselben von den Pflanzen 15 — Mengen des durch die Lungen in der Zeiteinheit ausgeschiedenen 700; des überhaupt den Körper verlassenden 790.

Kohlenwasserstoffgas, leichtes, Eigenschaften 74 — Vorkommen 74; in den Darmgasen 495. 496. 764. 765.
Kohlrabi, Analyse 753.
Kostmaass 749.
Krammetsvogel, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Krankheiten, acute, fieberhafte, Harn 558.
Kreatin, Abstammung 223 — Austritt und Verwandlungen 223 — Darstellung aus drüsigen Organen 647; aus Fleisch 609. 610; aus Gehirn 627 — Eigenschaften 222 — Krystallformen 223 — Mengenverhältnisse in verschiedenen Fleischsorten 612 — physiologische Bedeutung 224 — Vorkommen 223 — Zusammensetzung 222 — Zustände im Organismus 223.
Kreatinin, Darstellung aus drüsigen Organen 647; aus Fleisch 609. 610 — Eigenschaften 224 — Krystallformen 224 — Mengenverhältnisse des mit dem Harn ausgeschiedenen 535 — sonstige physiologische Beziehungen 225 — Vorkommen 225 — Zusammensetzung 224.
Krebsdyscrasie, Blut 337 — Galle, Analyse derselben 476.
Krebse, Eier derselben 675 — eigenthümlicher Farbstoff darin 675.
Kreislauf des Stoffs 11.
Kreuzotter, Schwefelgehalt der Haut 598.
Kropfgans, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Krystallin s. Globulin.
Krystalllinse, allgemeines chemisches Verhalten 594 — quantitative Analysen 596.
Kühe, melkende, Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane 788.
Kuhhorn, Schwefelgehalt desselben 597.
Kuhmilch, mittlere Zusammensetzung 395; der Asche 396 — von Kühen verschiedener Racen 399; zu verschiedenen Tageszeiten 402; zu verschiedenen Perioden der Trächtigkeit 405; bei verschiedener Fütterung 406. 407 — vergleichende Scale ihres Gehalts an Albuminaten, Butter, Milchzucker, Salzen und Wasser 417 — Verfälschungen derselben 419.
Kupfer, Vorkommen 125 — im Blute niederer Thiere 125. 349 — in Leber und Milz, Menge 660. 661.
Kyesteïn s. Gravidin.
Kynurensäure, Eigenschaften 253 — Vorkommen 253 — Zusammensetzung 253.

L.

Lacerta agilis, Analyse der Knochen 578.
Lachssäure 617.
Lactodensimeter 421.
Lactometer 420.
Lactoscop von Donné 420.
Lathräa squamaria, Zellkerne der Pflanze 152.
Lebenskraft 6.
Leber 648, allgemeines chemisches Verhalten 650 — Analysen der Leber von Menschen 652. 653; in Krankheiten 658; von Thieren 652. 653; der Leberasche 654 — chemische Bestandtheile 648 — chemische Umwandlungen von Rohrzucker und Fibrin durch Lebersubstanz 651 — quantitative Verhältnisse 651 — Schwankungen des Zuckergehalts der Leber 654; Momente, von welchen derselbe abhängig ist 656 — Schwankungen im Fettgehalt 657.
Leberatrophie, acute, Valeriansäure im Harn 266 — Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber 657.
Lebererweichung, Analyse der Leber 658.
Lebergalle 473.
Leber, granulirte s. granulirte Leber.
Leberkrankheiten, Blut 337 — Harn 547. 548 — Speichel 444 — Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber 657.
Leberscirrhus, Analyse der Leber 658.
Lebervenenblut, Vergleichung desselben mit dem Pfortaderblut 329 — Zuckergehalt 332.
Lecithin 283 — quantitative Bestimmung desselben im Eidotter 676.
Leichenwachs, Bestandtheile 159 — Bildung desselben 159.
Leimbildung aus leimgebenden Geweben, Theorieen darüber 149.
Leimfütterung, Stoffwechsel 786.
Leimgebende Gewebe 148. 150.
Lepisostea, Analyse der Schuppen 579.
Leucin, Abstammung 217 — Austritt und Verwandlungen 221 — Bildung aus den Albuminaten 127. 131 — aus den Albuminoiden beim Kochen derselben mit Schwefelsäure 143 — Darstellung aus drüsigen Organen 647. 648 — Eigenschaften 216 — Krystallformen 216 — physiologische Bedeutung 220 — Vorkommen 216 — Zusammensetzung 216 — Zustände im Organismus 217.
Leukämie, Blut 337. 339 — Harn 558
Limacin 431.

Limax agrestis, Schleim 430.
Limnäus stagnalis, Fettgehalt der Eier 160 — Veränderungen während der Bebrütung 681.
Limulus cyclops, Analyse der Blutasche 349 — Kupfer im Blute 349. 126.
Linsen, Analyse 752 — der Asche 753.
Linsenkapsel, chemisches Verhalten 594.
Lipome 158.
Liquor Allantoidis 568.
Liquor sanguinis s. Blutplasma.
Lithiasis, Harnstoff im Schweiss 507.
Lithofellinsäure, Eigenschaften 181 — Vorkommen 181 — Zusammensetzung 181.
Loligo, Kupfergehalt des Blutes 126. 349.
Luft, atmosphärische s. atmosphärische Luft.
Luftröhrensteine, Analyse 432.
Lufttemperatur, Einfluss derselben auf die Wasserausscheidung durch die Lungen 719.
Lungen 665 — chemische Bestandtheile 665 — quantitative Bestimmungen: Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen 669.
Lungenathmung 684.
Lungenluft, Einfluss des Sauerstoffgehaltes derselben auf die Sauerstoffabsorption 716.
Lungenstein, Analyse 432.
Lungenwand, Einfluss derselben auf die Kohlensäureausscheidung 711.
Lymphdrüsen 668 — chemische Bestandtheile 668 — Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen 669.
Lymphe 355 — allgemeines chemisches Verhalten 357 — Analyse der menschlichen Lymphe 358; von Thieren 359; unter verschiedenen physiologischen Bedingungen 361 — anatomische Charaktere 356 — Bildung 363 — chemische Bestandtheile 356; quantitative Verhältnisse 358 — Harnstoffgehalt derselben 361 — physiologische Bedeutung 363 — Zuckergehalt 360.
Lymphkörperchen 356.

M.

Mäusebussard, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Magengase s. Darmgase.
Magensaft 448 — allgemeines chemisches Verhalten 451 — Analyse des Magensaftes des Hundes 460; des Menschen 460; des Pferdes 460; des Schafes 460 — -bereitung 460 — chemische Bestandtheile 448 — freie Säuren desselben 449 — künstliche Verdauungsflüssigkeit 454 — Lösungsvermögen für verschiedene Stoffe 452; Geschwindigkeit der Auflösung 457 — physiologische Bedeutung 461 — Pepsin 453; von Frerichs 453; von C. Schmidt 454; von Wasmann 453 — Peptone 455; Dyspepton 456; Metapepton 456; Parapepton 456 — quantitative Bestimmung des Pepsins in Verdauungsflüssigkeiten 459 — quantitative Verhältnisse 459 — Wirkung auf die Speisen 757.
Magenverdauung 756.
Magnesia s. Bittererde.
Mais, Analyse 752.
Malaria, Blut 337. 339.
Malpighi'sches Schleimnetz der Neger 195.
Mangan, Vorkommen 125.
Markscheide (Gehirn), chemisches Verhalten 625.
Markstoff s. Myelin.
Mark, verlängertes s. Medulla.
Mastdarmgase s. Darmgase.
Mastdarminhalt s. Faeces.
Maulbeersteine 277. 561.
Meconium 500 — chemische Bestandtheile 501 — gerichtlich-chemischer Nachweis 501 — physikalische Charaktere 500 — quantitative Zusammensetzung 501.
Medulla oblongata, Gehalt an Albuminaten, Fett und Wasser 630. 631. 632. 633 — an Asche 637 — an Phosphor 638.
Meerschweinchenhaare, Kieselerdegehalt derselben 602.
Melanin, Abstammung 196 — Austritt und Verwandlungen 196 — Eigenschaften 195 — physiologische Bedeutung 196 — Vorkommen 195 — Zusammensetzung 195 — Zustände im Organismus 195.
Melanotische Geschwülste 195.
Melanurin, Eigenschaften 257 — Vorkommen 257.
Meningitis, Analyse der Galle 474.
Mensch, Blut 287—346 — Fleisch, Analyse 611 — Galle 464. 465. 469. 473. 477 — Gehirn 623 — 635 — Haare, Kieselerdegehalt derselben 602 — Harn 509—567 — Leber, Analyse 652. 653 — Milz 660.
Menstrualblut 333.
Menstruation, Einfluss derselben auf die Zusammensetzung der Milch 404.
Mercurialsalivation, Speichel 444.
Metalbumin, chemisches Verhalten 135 — Vorkommen 135.

Metallvergiftungen, chronische, Blut 338.
Metamorphosen des Stoffs, in der Pflanze 11 — im Thier 35.
Metapepton 153. 456.
Metrovaginitis, Analyse der Milch 411.
Milch 385 — abnorme 413 — allgemeines chemisches Verhalten der Milch 388 — Analyse: nach Dumas 390; Filhol-Joly 391; Haidlen 391; Scherer 390; Vernois-Becquerel 391 — anatomische Charaktere 386 — -asche 396 — -bereitung 415 — chemische Bestandtheile 387; der Milchkügelchen 387 — Conservation der Milch 419 — -gase 395 — Hexenmilch 414 — von Männern 414 — pathologische Veränderungen 409; bei acuten Krankheiten 410; bei chronischen 411; bei Syphilis 417 — physikalische Charaktere 385 — physiologische Bedeutung 415 — physiologische Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch 397 — -secretion, abnorme 413 — Veränderung im Magen 758 — Verfälschungen und Ermittelung derselben 419 — Vergleichung der Frauenmilch mit der Milch verschiedener Thiere 417.
Milchabsonderung, Einfluss derselben auf den Zuckergehalt der Leber 656.
Milchentleerung, Einfluss derselben auf die Zusammensetzung der Milch 403.
Milchgase s. unter Milch.
Milchkügelchen, chemische Bestandtheile 387 — mikroskopische Charaktere 386.
Milchproben 419.
Milchsäure, Abstammung 271 — Eigenschaften und chemisches Verhalten 268 — Gewinnung aus drüsigen Organen 647; aus Fleisch 609 — physiologische Bedeutung 273 — Verbindungen: milchsaurer Kalk 269; milchsaures Zinkoxyd 269 - Verwandlungen und Austritt 273 — Vorkommen 269 — Zusammensetzung 268 — Zustände im Organismus 270.
Milchverfälschungen s. unter Milch.
Milchzucker, Abstammung 208 — Eigenschaften 208 — physiologische Bedeutung 210 — Veränderungen bei der Verdauung 761 — Verwandlungen im Organismus und Austritt 209 — Vorkommen 208 — Zusammensetzung 208 — Zustände im Organismus 208.
Milz 658; chemische Bestandtheile 658; quantitative Verhältnisse 660 — Gehalt an Wasser, organischen Stoffen und Salzen 669 — Rolle bei der Blutbildung 342 — Zusammensetzung der Asche 661.
Milzsaft, Bestandtheile desselben 659.
Milzvenenblut 333.
Mineralstoffe s. anorganische Salze.
Molken 389.
Mollusken, Kalknadeln 97. 591.
Morbus Brighti, Blut 337. 339. 340 — Galle, Harnstoff darin 465 — Harn 558 — Lungen, Harnstoff und Oxalsäure darin 666 — Nieren, Harnstoff und oxalsaures Natron darin 663 — Speichel (Harnstoff) 444.
Mucin s. Schleimstoff.
Muschelschalen 591.
Muskelfäden 603.
Muskelfaserstoff s. Syntonin.
Muskelgewebe, allgemeiner anatomischer und histologischer Charakter 603 — allgemeines chemisches Verhalten 606 — chemische Bestandtheile und Vertheilung derselben 605 — mikrochemische Reactionen 607 — Bestandtheile des Muskelsafts 608 — Reaction desselben 608 — Darstellung der flüchtigen Fettsäuren 609; des Inosits 609; des Kreatins 608. 610 — der Milchsäure 609; des Sarkins 609. 610; des Syntonins 610; des Xanthins 610 — Harnstoff in den Muskeln bei der Cholera 618 — qualitative Analyse des Muskelsafts nach Liebig 608 — quantitative Analysen der Muskeln verschiedener Thiere 611 — Wassergehalt derselben 617 — Zusammensetzungsänderungen der Muskeln durch physiologische und pathologische Verhältnisse 616.
Muskelsaft s. unter Muskelgewebe.
Muskelthätigkeit, Einfluss derselben auf die Kohlensäureausscheidung 711.
Myelin 283.
Myristin 156.

N.

Nachtrabe, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Nägel, Schwefelgehalt derselben 597.
Nähräquivalente 755.
Nahrung, Einfluss derselben auf die Ausscheidungsgrösse des Harnstoffs 531; der Harnsäure 534; der Kohlensäure 709 — auf den Kieselerdegehalt der Federn 601 — auf den Stoffwechsel 779 — auf die Zusammensetzung des Blutes 335; der Galle 472; des Harns 509; der Knochen 575; der Milch 405; der Verdauungsgase 495. 765.
Nahrungsbedürfniss, Momente, von welchen dasselbe abhängig ist 744.
Nahrungsmittel, der Pflanzen 12; der Thiere 40. 739 — Bestandtheile einer vollständigen für Thiere 739; unwesentliche Bestandtheile 741 — Ernährungswerth und Aequivalenz 745. 754. 755 —

Unterscheidung von Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln 740; Verdaulichkeit derselben 739 — Verdauung 757 — Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Stoffen in den wichtigsten Nahrungsmitteln 747 — Zusammensetzung der wichtigsten Nahrungsmittel: thierischer 751; vegetabilischer 752.

Nahrungsstoffe, Eintheilung derselben in stickstoffhaltige und stickstofffreie 741; in plastische und Respirationsmittel 742; kinäsogene und thermogene 742 — tägliches Kostmaass erwachsener Männer an den einzelnen Nahrungsstoffen 749 — Unterscheidung von Nahrungsmitteln 40. 740 — Veränderungen der einzelnen Nahrungsstoffe durch die Verdauung 761.

Nasencatarrh, Schleim 429.

Nasensteine, Analyse 432.

Nashorn, Schwefelgehalt des Horns 597.

Natron, Bestandtheile der Asche von Pflanzen 14; von Thieren 38.

Natron-Albuminat 299.

Natron, harnsaures, Eigenschaften 249 — Krystallform in Sedimenten 249 — Vorkommen 249.

— glykocholsaures, Bestandtheil der krystallisirten Galle 466 — Vorkommen in der Galle verschiedener Thiere 463. 464.

— kohlensaures, Abstammung 91 — Austritt 91 — Eigenschaften 88 — Mengenverhältnisse 89 — physiologische Bedeutung 92 — Vorkommen 88 — Zustände im Organismus 90.

— oxalsaures, Vorkommen in den Lungen und Nieren bei Bright'scher Krankheit 663. 666.

— phosphorsaures, Abstammung 101 — Austritt 102 — Eigenschaften 100 — Mengenverhältnisse 101 — physiologische Bedeutung 103 — Vorkommen 100 — Zustände im Organismus 101.

— schwefelsaures s. Alkalien, schwefelsaure.

— taurocholsaures, Vorkommen in der Galle verschiedener Thiere 463. 464.

Nebelkrähe, Kieselerdegehalt der Federn 600.

Nebennieren 664 — allgemeines chemisches Verhalten des Saftes 664 — chemische Bestandtheile 664 — Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen 669.

Neossin 431.

Nepenthes destillatoria, Ausscheidung von flüssigem Wasser 28.

Nephritis, Analyse der Galle 474.

Nerven, quantitative Analysen verschiedener Nerven 642; des Aetherextracts 644; der Asche 644 — Einfluss chemischer Agentien auf ihre Erregbarkeit 645.

Nervengewebe s. Gehirn.

Nervenkrankheiten, acute, Harn 558.

Nervus brachialis, Analyse 643 — cruralis, Analyse 643 — ischiadicus, Analyse 643.

Netzknorpel, chemisches Verhalten 582.

Neugeborene, quantitative Analyse des Gehirns 633 — Milch 414.

Neurilem 605.

Nieren 663 — chemische Bestandtheile 663 — Gehalt an organischen und anorganischen Stoffen und Wasser 669.

Nierenarterienblut, Vergleichung mit dem Blute anderer Gefässbezirke 333.

Nierenexstirpation, Harnstoff in der Galle 465.

Nierenleiden, Harnstoff im Schweiss 506.

Nierenvenenblut, Vergleichung mit dem Blute anderer Gefässbezirke 333.

Nitroinosit 210.

Nitrobenzoësäure, erscheint im Harn als Nitrohippursäure 542.

Nitrohippursäure 243.

O.

Obstarten, Ernährungswerth 754.

Ochse, Blut, Asche desselben 324; Kieselerdegehalt derselben 602 — Fleisch, Analyse 611; Asche 613; Kreatingehalt 612; Sarkingehalt 612; eingesalzenes, Asche 614 — Galle, chemische Constitution 464; quantitative Analyse 470; Schwefelgehalt 471; Zusammensetzung der Asche 471 — Haare, Kieselerdegehalt 602 — Horn, Schwefelgehalt 597 — Herz, Kreatingehalt 612 — Knochen, Analyse 578 — Leber, Analyse 652.

Octopus, Kupfergehalt des Blutes 126. 349.

Oele, ätherische, Einfluss auf die Kohlensäureausscheidung 711.

Oelsäure 166.

Ohrenschmalz 508.

Oleïn s. Triolëin.

Oleophosphorsäure 284.

Omnivoren, Vertheilung der Einnahmen und Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane 789.

Operative Eingriffe, Zusammensetzung des Harns nach solchen 558.

Ophtalmie, Analyse der Milch 411.

Organ, elektrisches s. elektrisches Organ.

Organe, drüsige s. Drüsen.

Osseïn s. Knochenknorpel.

Osteomalacie, Zusammensetzung der Knochen 577.
Osteophyten 576.
Otolithen 97.
Ovis aries, Analyse der Knochen 578.
Oxalsäure, Abstammung 278 — Eigenschaften und chemisches Verhalten 276 — Verbindungen 277 — Verwandlungen und Austritt 280 — Vorkommen 277 — Zusammensetzung 276 — Zustände im Organismus 277.
Oxalurie 553.
Ozon, Einwirkung desselben auf chemische Bestandtheile des Thierkörpers 64. 93. 94. 132. 155. 162. 187. 204. 226. 227. 248. 253. 262. 279. 543.

P.

Pachydermen, Knochen derselben 577 — Zähne 580.
Palmitin s. Tripalmitin.
Palmitinsäure 166.
Pankreas 661 — chemische Bestandtheile 661 — Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen 669 — Ferment 486 — -steine 662.
Pankreatin, Verhalten 135 — Vorkommen 135.
Panniculus adiposus 157.
Panzer der Infusorien 96.
Papagei, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Parafibrin s. Parasyntonin.
Paralbumin, Verhalten 134 — Vorkommen 134.
Paramylon, Eigenschaften 176 — Vorkommen 176.
Parapepton, Bildung 153. 455 — Eigenschaften 153. 456.
Parasyntonin, Verhalten 138 — Vorkommen 138.
Parenchymatöse Transsudate 378.
Parotis, chemische Bestandtheile 668.
Parotisspeichel, chemische Bestandtheile 435 — physikalische Charaktere 435 — quantitative Zusammensetzung 441.
Pectin, Verdauung desselben 761.
Pellagra, Bestandtheile der Hautschuppen 602.
Pemphigusblasen 379.
Pepsin 154. 449; Elementaranalyse desselben 454; Fermentwirkungen desselben 455; Methode zur Bestimmung des Pepsins in Verdauungsflüssigkeiten, nach Brücke 459 — Versuche dasselbe zu isoliren: von Frerichs 453; von Schmidt 454; von Wasmann 454.
Peptone, Bildung und Eigenschaften derselben 153. 455. 456.
Perca fluviatilis, Schwefelgehalt der Galle 471.
Pericardialflüssigkeit, Bestandtheile 376; quantitative Analyse 380.
Perimysium 604.
Peritonäalflüssigkeit 372. 378; quantitative Analyse 380.
Perlen 97.
Pferd, Blut: Analyse desselben nach F. Hoppe 320; quantitative Analyse der Asche 325; Pfortader- und Lebervenenblut 330. 331; Grössenverhältnisse der Blutkörperchen 347 — Chylus: quantitative Analysen 367. 368. 369. 370 — Excremente: Asche derselben 500; Analyse derselben 499 — Fleisch: quantitative Analyse der Asche 613; Kreatingehalt 612 — Haare: Kieselerdegehalt derselben 602; Schwefelgehalt 597 — Harn: chemische Constitution 567 — Lymphe: quantitative Analyse 359. 360; Harnstoffgehalt 361; Zuckergehalt 360 — Milch: quantitative Analyse 395; vergleichende Scale ihres Gehalts an Albuminaten, Butter, Milchzucker und Salzen, und Wasser 417 — Magensaft: Analyse 460 — Speichel: Analyse 441; Bestandtheile 435 — Samen: Analyse 424 — Verdauungsgase 495.
Pflanzen, Ernährung derselben 11 — anorganische Bestandtheile derselben 14; organische 13 — Nahrungsmittel derselben 12.
Pflanzenfresser s. Herbivoren.
Pflanzenschleim, Verdauung 761.
Pfortaderblut, Vergleichung desselben mit dem Jugularvenenblut 329; dem Lebervenenblut 329. 330. 331 — vergleichende Bestimmungen des Zuckergehaltes 332.
Phallusia mammillaris, Cellulose derselben 176.
Phosphate s. phosphorsaure Salze.
Phosphorsäure, an Basen gebunden, Bestandtheil der Asche von Pflanzen 14; von Thieren 38 — freie: Bestandtheil der Asche des Eigelbs 677; des Gehirns 636.
Phosphor-Gehalt des Gehirns 638. 639; des Rückenmarks 641.
Phytokrystallin 152.
Pigment, schwarzes s. Melanin.
— des Flusskrebses 591.
— der Galle s. Gallenfarbstoff.
— der Haare 595.
— des Harns s. Harnfarbstoffe.
— der Hummern- und Krebseneier 675.
— der Taubenfüsse 590.

Pigment der Vogelfedern 595.
Pigmenteinlagerungen in das Bindegewebe 590.
Piqûre, künstlicher Diabetes 205.
Placentarblut 334.
Plagiostomen, Harnstoff in den Organen 234 — Scyllit 211.
Plasma s. unter Blut.
Plastische Nahrungsmittel s. unter Nahrungsstoffe.
Plethora, Blut 337. 338.
Pleuraflüssigkeit 372. 378. 380.
Pleuritis, Analyse der Milch 411 — Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber 657.
Pleuronectes maximus, Schwefelgehalt der Galle 471.
Pneumonie, Blut 338 — Galle 473 — Harn 558. 560.
Pökelfleisch 615 — Asche 615 — Ernährungswerth 622.
Polarimeter 420.
Polypen, Kalknadeln derselben 96. 591.
Pons Varoli, Aschengehalt 637 — Gehalt an Albuminaten, Fetten und Wasser 630. 631 — Phosphorgehalt 638.
Primitivbündel s. Muskelfäden.
Primitivfaserscheide 603. 607.
Processionsraupe, Brennhaare derselben 261.
Propionsäure, Eigenschaften 264 — Vorkommen 264 — Zusammensetzung 264.
Proteïnkörper s. Albuminate.
Proteïntritoxyd s. Pyin.
Ptyalin 154 — Darstellung desselben: von Berzelius, von Gmelin und Tiedemann, von Lehmann, Mialhe und Wright 438 — Versuche dasselbe zu isoliren 437.
Puerperalfieber, Blut 337. 338. 339 — Galle 475.
Pumpernickel, Analyse 752.
Pyaemie, Blut 337 — Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber 657.
Pyin, chemisches Verhalten 143 — ist kein constanter Bestandtheil des Eiters 383 — Vorkommen 143 — Zusammensetzung 143.
Pyocyanin 284.
Python tigris und vittatus, Galle 465 — Schwefelgehalt derselben 471.

Q.

Quecksilber, Uebergang in den Harn 541; in die Leber 648; in die Milch 387; in den Speichel 434.
Quecksilberoxyd-Harnstoff, salpetersaurer, Darstellung 234 — Eigenschaften 234 — Mittel zur Bestimmung des Harnstoffs 234. 518.
Quecksilberoxyd, salpetersaures, titrirte Auflösung zur Bestimmung des Harnstoffs 518. 519.

R.

Racen der Thiere, Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch von Kühen 399; Ziegen und Schafen 400.
Räuchern des Fleisches 622.
Rahm 386 — Bildung 386.
Raja clavata, Dotterplättchen 151 — oxyrhynchus, elektrisches Organ, Gallertsubstanz desselben 587.
Rana esculenta, Dotterplättchen 151 — Fleisch, Analyse 611.
Ranzigwerden der Fette 155.
Reaction des Gehirn- und Nervengewebes 626; des Muskels 608.
Rebe, Vertheilung der Mineralstoffe in den verschiedenen Organen der Pflanze 25.
Rebhuhn, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Reh, Haare, Kieselerdegehalt 602; Schwefelgehalt 597 — Fleisch, Analyse 611 — Klauen, Schwefelgehalt 598 — Leber, Analyse 652.
Reiher, weisser, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Reis, Analyse 752.
Resorption der Darmcontenta 766; der Fette 766; der wässerigen Lösungen der verdauten Speisen 767; a) durch die Blutgefässe 767; b) durch Blut- und Chylusgefässe 768 — Mengenverhältnisse der Resorption der einzelnen Nahrungsstoffe 768; der Albuminate 768; der anorganischen Salze 769; der Fette 769; der Galle 476; des Gummis 769; der Transsudate 375; des Wassers 768; des Zuckers 768.
Respiration 684; äussere und innere 684; durch die Haut und durch die Lungen 684 — Allgemeine Erörterungen über die Lungenathmung 684—691 — Theorie des Gaswechsels in den Lungen 691 — 697 — Quantitative Verhältnisse 697 — Absolute Mengen des absorbirten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure 699; ausgeschiedene Kohlensäure für einen Athemzug 701; absolute Stickstoffmengen 702; mittlere procentische Zusammensetzung der Ausathmungsluft 702; absolute Mengen des ausgeschiedenen Wassers 702 — Schwankungen in der Kohlensäureausscheidung unter physiologischen Bedingungen 703: Einfluss der Athembewegung 703; der Athemfrequenz

704; der Tiefe der Athemzüge 705; des gehemmten Athmens 705; der physikalischen Luftveränderungen 707; der Blutmischung 708; des Hungerns 709; der Qualität der Nahrung 709; der Verdauung 710; geistiger Getränke und anderer Genussmittel 711; der körperlichen Bewegung 711; des Blutstroms und der Lungenwand 711; des Alters und Geschlechts 712; von Schlaf und Wachen 713; des Winterschlafs bei Thieren 713; der chemischen Zusammensetzung der Einathmungsluft 713 — Schwankungen in den absorbirten Mengen von Sauerstoff 716; Einfluss des Sauerstoffgehaltes der Lungenluft 716; des Blutstroms 718; der chemischen Anziehung der Blutkörperchen 718; der individuellen körperlichen Verhältnisse 718 — Schwankungen in den ausgeschiedenen Wassermengen 719; Einfluss der Lufttemperatur 719; des Barometerstandes 719; des Wassergehaltes der Luft 719; der Temperatur der Ausathmungsluft 720; der Zeit, während welcher die Luft in den Lungen verweilt 720; der Zahl der Athemzüge 720; der exspirirten Luftvolumina 721 — Respiration in Krankheiten 721 — quantitative Verhältnisse der Hautrespiration und des Gesammtgaswechsels 722. 724.
Respirationsmittel s. Nahrungsstoffe.
Respirationsprocess s. Respiration.
Respiration der Eier s. unter Ei.
Rhachitis, Analyse der Knochen 576.
Rheumatismus, Blut 338 — Albumin im kritischen Schweiss 507 — Harn 558.
Rhodankalium, Uebergang in den Magensaft 450; in den Harn 542.
Rhodannatrium, Bestandtheil des Speichels 434 — quantitative Bestimmung desselben 439.
Riechstoffe, Uebergang in den Harn 542; in die Milch 387.
Rind s. Ochse.
Ringelnatter, Schwefelgehalt der Haut 598.
Rippenknorpel, Analyse 583.
Rochenfleisch, Kreatingehalt 612.
Röhrensubstanz der Nerven, chemisches Verhalten 625.
Roggen, Analyse 752; der Asche 753.
Roggenbrot, Analyse 752.
Rohrhuhn, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Rohrzucker, Verdauung 761.
Rosenkohl, Analyse der Asche 754.
Rosskastanie, Vertheilung der Mineralstoffe in den verschiedenen Organen 25.
Rückbildung im Thier 42.
Rückenmark 639 — quantitative Bestimmung 640; des Aetherextractes 640; der Asche 642 — Phosphorgehalt 641 — Gehalt an Wasser, Aetherextract und Albuminaten bei Embryonen und Neugeborenen 641 — relatives Verhältniss des Cholesterins, Cerebrins und der übrigen Fette 641.
Rückenmarkslähmungen, Vermehrung des Leucins in der Leber 657.
Ruhe, Einfluss derselben auf die Ausscheidung des Harnstoffs 531; der Kohlensäure 711; die Zusammensetzung und Reaction des Muskels 608. 617; die Zusammensetzung der Synovia 381.
Ruhr s. Dysenterie.

S.

Saatkrähe, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Saccharate 201.
Saccharimeter 420.
Säugethiere, Blut 348; Grösse und Gestalt der Blutkörperchen 346. 347 — Gehirn 635 — Harn 567 — Knochen 577.
Säuglinge, Stühle derselben 498.
Säuregrad des Harns 523.
Säuren, freie, des Magensaftes 449.
Salicin erscheint im Harn als Salicylwasserstoff, Salicylsäure und Saligenin wieder 542.
Salicylsäure erscheint im Harn als Salicylursäure 542.
Salicylursäure, Auftreten im Harn nach dem Genusse von Salicylsäure 542.
Salicylwasserstoff, Auftreten im Harn nach dem Genusse von Salicin 46.
Saligenin, Auftreten im Harn nach dem Genusse von Salicin 542.
Salmiak s. Chlorammonium.
Salpa 176.
Salpetersäure, angebliche Entstehung derselben im Organismus nach dem Gebrauche von Ammoniaksalzen 541.
Salpetersaure Salze, Uebergang in den Harn 541.
Salze, anorganische, s. anorganische Salze.
Salzsäure s. Chlorwasserstoffsäure.
Samen, thierischer 422 — anatomische Charaktere 422 — allgemeines chemisches Verhalten 422 — chemische Bestandtheile 422 — chemisches Verhalten der Samenfäden 423 — physikalische Charaktere 422 — quantitative Zusammensetzung 423: des menschlichen Samens 424; des Pferdesamens 424; des Stiersamens 424 — -concremente 424

— Samenflecken, Erkennung derselben in gerichtlichen Fällen 425.
Samenfäden s. Spermatozoiden.
Samenkörnchen 422.
Samenzellen s. Samenkörnchen.
Santonin, erscheint im Harn als Chrysophansäure 542.
Sarcina Ventriculi Goodsir, im Erbrochenen 493; im Harn 511; im Magensafte 450.
Sarcous elements 603.
Sarkin, Eigenschaften 230 — Gewinnung aus Fleisch 609. 610; aus Organen 647. 648 — physiologische Beziehungen 231 — Vorkommen 231 — Zusammensetzung 230.
Sarkolemma 603.
Saubohnen, Analyse der Asche 753.
Sauerstoff, absolute Mengen des in der Zeiteinheit von dem Blute in den Lungen absorbirten 699 — Absorption desselben ins Blut erfolgt durch von den Blutkörperchen ausgeübte chemische Anziehung 60. 61. 687; unabhängig von den Diffusionsgesetzen 65; Schwankungen in den absorbirten Mengen 716; Absorptionscoëfficient 59 — Assimilation von den Pflanzen 21; wird von den Pflanzen ausgeschieden 17; Ausscheidungsgrösse überhaupt 790 — Athmen in sauerstoffreicher Luft 714; in reinem Sauerstoffgase 715 — Austritt aus dem Organismus 62 — Eigenschaften 59 — Grund seines Verschwindens aus dem Blute 687 — Mengenverhältnisse im Organismus 59 — Minimum des zum Leben nöthigen Gehaltes der Luft 717 — physiologische Bedeutung 64 — Ursprung 63 — Verhalten desselben zum Blute 299. 301 — Verwendung des eingeathmeten 689 — Vorkommen 59 — Zustände im Organismus 60.
Sauerstoffgas s. Sauerstoff.
Scarlatina, Galle 474.
Schaf, Blut, Asche 324 — Galle, Constitution 464; Schwefelgehalt 471 — Klauen, Schwefelgehalt 598 — Milch, Analyse 395; verschiedener Raçen 400; vergleichende Scale des Gehaltes an Albuminaten, Butter, Milchzucker, Salzen und Wasser 417 — Wolle, Kieselerdegehalt 602; Schwefelgehalt 597.
Scharlach s. Scarlatina.
Scharrvögel, Analyse der Knochen 578.
Schilddrüse s. Thyreoidea.
Schildkröten, Eier derselben 675 — Galle 465 — Harn 568.
Schildpatt, Schwefelgehalt desselben 598.
Schinken, Analyse der Asche 615.
Schlaf, Einfluss auf die Kohlensäureausscheidung 713.
Schlagen des Blutes s. unter Blut.
Schlangen, Galle, chemische Constitution 465; quantitative Analyse 470 — Harn 568.
Schleiereule, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Schleim 426 — allgemeines chemisches Verhalten 427 — anatomische Charaktere 426 — chemische Bestandtheile 427 — Bildung 432 — besondere Arten: bei Nasencatarrh 429; Colloid 429; der Wirbellosen 430; Neossin 431 — physikalische Charaktere 426 — physiologische Bedeutung 432 — quantitative Zusammensetzung 428; des löslichen 428; des quellenden 429.
Schleimgewebe s. Bindegewebe der Wirbellosen.
Schleimkörperchen 426.
Schleimsteine 431 — Analyse 432.
Schleimstoff, chemisches Verhalten 144 — physiologische Beziehungen 144 — Vorkommen 144 — Zusammensetzung 144; vergl. im Uebrigen unter Schleim.
Schminkbohnen, Analyse 752.
Schneckengehäuse 97.
Schnittsalat, Analyse der Asche 754.
Schuppen der Fische 578 — quantitative Analyse 579.
Schwalbe, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Schwalbennester, indianische 431.
Schwangerschaft, Blut 335 — Einfluss derselben auf die Ausscheidung von Phosphaten durch den Harn 539 — Milch 405.
Schwarzes Pigment s. Melanin und Melanurin.
Schwanzorgan, elektrisches, von Raja oxyrhynchus 587.
Schwefel, Assimilation desselben von den Pflanzen 23 — Gehalt der Galle 471; der Horngewebe 597. 598.
Schwefeleisen in den Excrementen nach dem Gebrauche von Eisenpräparaten oder Stahlquellen 497.
Schwefelkalium erscheint im Harn als schwefelsaures Kali wieder 542.
Schwefelquecksilber in den Excrementen nach Calomelgebrauch 497.
Schwefelsäure, freie, Bestandtheil des Speicheldrüsensecrets von Dolium Galea 447 — Eigenschaften 119 — Vorkommen 119.
Schwefelwasserstoffgas, Eigenschaften 74 — rascher Uebergang desselben ins Blut 766 — Vorkommen 74.
Schwein, Blut, Analyse der Asche 325 — Excremente, Analyse 499; der Asche

500 — Fleisch, Analyse 611; der Asche 613 — Haare, Schwefelgehalt derselben 597 — Harn 567 — Galle, chemische Constitution 464; Schwefelgehalt derselben 471.

Schweiss 503 — allgemeines chemisches Verhalten 504 — Bereitung 507 — chemische Bestandtheile 504 — physikalische Charaktere 503 — physiologische Bedeutung 507 — quantitative Zusammensetzung 505; Verschiedenheit derselben unter physiologischen Verhältnissen 506 — pathologische Veränderungen 507.

Schweisssäure 504.

Sciurus vulgaris, Analyse der Knochen 578.

Scorbut, Blut 339.

Scyllit, Eigenschaften 211 — Vorkommen 211.

Sebum cutaneum s. Hautsalbe.

Sedimente s. unter Galle und Harn.

Sehnen, albuminähnliche Körper daraus 585 — chemisches Verhalten 584. 585.

Seide, Fibroin ein Bestandtheil derselben 147.

Seifen, Eigenschaften 165 — Vorkommen 166.

Sepien, Kupfergehalt des Blutes 126. 349.

Seröse Flüssigkeiten 372 — allgemeines chemisches Verhalten 373 — Bildung 382 — chemische Bestandtheile der normalen 373; der pathologischen 379 — Einzelne hierher gehörige Transsudate: Amniosflüssigkeit 377; Cerebrospinalflüssigkeit 376; Choleratranssudate 381; Eiter 382; Humor aqueus 378; hydropische Flüssigkeiten 378; Pericardialflüssigkeit 376; Synovia 377; Thränen 378 — physikalische Charaktere 373 — physiologische Bedeutung der normalen 382 — quantitative Zusammensetzung 374 380. 381. 384; Momente, von welchen dieselbe abhängig ist 374.

Serolin 285.

Serum s. unter Blut.

Serum, weisses s. unter Blut.

Serumcaseïn s. Natron-Albuminat.

Singdrossel, Kieselerdegehalt der Federn 600.

Smegma präputii, chemische Bestandtheile 508.

Spargel, Analyse der Asche 754.

Specifischer Stoffwechsel s. unter Stoffwechsel.

Speckhaut s. unter Blut.

Speichel 433 — allgemeines chemisches Verhalten 436 — Arten desselben 433: gemischter Speichel 433, anatomische Charaktere 433; chemische Bestandtheile desselben 434; Parotisspeichel, chemische Bestandtheile 435; Sublingualdrüsenspeichel 436; Submaxillardrüsenspeichel 434 — Bereitung 445 — physiologische Bedeutung 446 — Ptyaline 437; von Berzelius 438; von Lehmann 438; von Tiedemann und Gmelin 438; von Wright 438; von Mialhe (Diastase salivaire) 438 — quantitative Zusammensetzung 439: Methode der Analyse 439; quantitative Analysen des gemischten Speichels 441; des Parotidenspeichels 441; des Submaxillar- und Sublingualdrüsenspeichels 442 — Schwankungen unter physiologischen Verhältnissen 442, unter pathologischen 443; Wirkung auf die Speisen 757 — von Dolium Galea 447 — -asche, Analyse 443 — -steine, chemische Bestandtheile und quantitative Zusammensetzung 444. 445.

Speicheldrüsen, Gehalt an Wasser, anorganischen und organischen Stoffen 669.

Speichelferment s. Ptyalin.

Speichelkörperchen 434.

Speichelsteine s. unter Speichel.

Speichelstoff s. Ptyalin.

Speisebrei s. Chymus.

Speisen, Veränderungen derselben durch den Darmsaft 754; den Magensaft 757; den Speichel 757.

Sperber, Kieselerdegehalt der Federn 600.

Sperma Ceti s. Wallrath.

Sperma s. Samen.

Spermatin 144.

Spermatozoiden 422; chemisches Verhalten derselben 423 — mikroskopische Erkennung in gerichtlichen Fällen 425.

Sperling, Kieselerdegehalt der Federn 600.

Spinnenharn, enthält Guanin 568.

Spongin 147.

Squalus galeus, Dotterplättchen 151.

Stärkmehl, Veränderung durch den Speichel 436 — Verdauung 761.

Statik des Stoffwechsels 770.

Stearin s. Tristearin.

Stearinsäure 166.

Stearoconot 623.

Steinbock, Schwefelgehalt des Horns 597.

Stickstoff, Absorption desselben ins Blut erfolgt unter Betheiligung der Blutzellen 300 — absolute Mengen des durch die Lungen ausgeschiedenen 702; Ausscheidungsgrösse überhaupt 790; ist vermehrt nach Fleischdiät 724 — Austritt im Allgemeinen 68 — Assimilation von den Pflanzen 19 — Bedeutung für den Respirationsprocess 697 — Eigen-

schaften 67 — physiologische Bedeutung 72 — Ursprung 68 — Vorkommen 67 — Wirkung eines vermehrten Stickstoffgehaltes der Einathmungsluft 715 — Zustände im Organismus 67.
Stickstoffdeficit 131.
Stickstoffgas s. Stickstoff.
Stickstoffoxydul, Athmen darin 715.
Stillen, Einfluss desselben auf die Zusammensetzung der Milch 401.
Stockfischfleisch, Asche 613 — Kreatingehalt 612.
Stör, Analyse der Leber 653.
Stoffmetamorphose, regressive im Thier 42 — Producte derselben 216.
Stoffwechsel 11; bei Brotfütterung 786; bei Carnivoren 787 — bei Fleischnahrung 780 — bei Fleisch- und Fettfütterung 784 — bei Herbivoren 787 — bei Leimfütterung 786 — bei verschiedener Nahrung 779 — beim Hungern 774 — bei melkenden Kühen 788 — beim Menschen 789 — bei Omnivoren 789 — specifischer in einzelnen Organen 49 — Statik desselben 770.
Storch, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Stosszähne des Elephanten 580; des Wildschweins 580.
Straussenei, Analyse der Schale 677.
Stühle s. Faeces.
Sturmmöve, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Sublingualdrüsen, chemische Bestandtheile des Saftes 668.
Sublingualdrüsenspeichel s. unter Speichel.
Submaxillardrüsen, chemische Bestandtheile des Saftes 668.
Submaxillardrüsenspeichel s. unter Speichel.
Sulfate s. schwefelsaure Salze.
Sumpfgas s. Kohlenwasserstoffgas.
Sympathicusspeichel 435.
Synovia, Bestandtheile 377 — quantitative Zusammensetzung 380; abhängig von Ruhe und Bewegung 381.
Synthese, der primitive Bildungsmodus organischer Verbindungen in der Pflanze 31.
Syntonin, Darstellung aus Fleisch 610 — Eigenschaften und chemisches Verhalten 137 — Vorkommen 138 — Zustände im Organismus 138 — Zusammensetzung 137.
Syphilis, Analyse der Milch 411.

T.

Tabackrauchen, angeblicher Einfluss auf die Ausscheidung des Harnstoffs 533.
Tabes dorsalis, Analyse der Galle 476.
Tageszeiten, Einfluss derselben auf die Ausscheidung des Chlornatriums 537 — die Zusammensetzung der Galle 472 — die Ausscheidung des Harnstoffs 529 — der Harnsäure 534 — der Kohlensäure 711 — die Zusammensetzung der Milch 401.
Taube, Fleisch, Analyse 611; Kreatingehalt 612 — Kieselerdegehalt der Federn 600 — Leber, Analyse derselben 652.
Taurin, Darstellung aus drüsigen Organen 648. 664 — Eigenschaften 180 — Vorkommen 181 — Zusammensetzung 180.
Taurocholsäure, Eigenschaften 178 — Vorkommen 178 — Zusammensetzung 178.
Taurylsäure 282.
Teichforelle, Analyse des Fleisches 611.
Teichmuschel, Blut 349.
Telluräthyl, Uebergang in den Schweiss 504.
Temperatur, des Blutes in verschiedenen Gefässbezirken 288 — der Luft: Einfluss auf die Ausscheidung des Chlornatriums 537; des Harnstoffs 531; der Kohlensäure 707; des Wassers 719; der exspirirten Luft auf die Ausscheidung des Wassers 720.
Thalamus nervi optici, Gehalt an Wasser, Albuminaten und Fetten 630. 631; Phosphorgehalt 638.
Thee, Einfluss seines Genusses auf die Kohlensäureausscheidung 711.
Thiosinnamin s. Allylsulfocarbamid.
Thränen, chemische Bestandtheile 378 — quantitative Zusammensetzung 380.
Thurmschwalbe, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Thymusdrüse 666 — chemische Bestandtheile 666 — quantitative Verhältnisse: Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen 669 — Verhältniss der Erdphosphate zu den Alkalisalzen in verschiedenen Perioden der Entwickelung 667 — Zusammensetzung der Asche 667.
Thyreoidea 668 — chemische Bestandtheile 668 — Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen 669.
Todtenstarre, Ursachen derselben 138. 617.
Tonsillensteine 432.
Torpedo electrica, chemische Bestandtheile des elektrischen Organs 645 — marmorata, Dotterplättchen 151.
Trächtigkeit, Einfluss derselben auf die Zusammensetzung der Milch von Kühen 405.
Transsudate, seröse s. seröse Flüssigkeiten.

Traubenzucker, Abstammung 202 — Eigenschaften 200 — Mengen in Chylus und Lymphe 360; der Leber 655. 656 — Nachweis im Harn und quantitative Bestimmung 544 — physiologische Bedeutung 207 — Verdauung 762 — Verhalten gegen Reagentien 201 — Verwandlungen im Organismus und Austritt 203 — Vorkommen 201 — Zusammensetzung 200 — Zustände im Organismus 202.
Trigeminusspeichel 435.
Triolein 155.
Tripalmitin 155.
Tristearin 155.
Truthahn, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Tuberculosis, Blut 339 — Galle 476; acute, Harn 558 — Leber 658; Vermehrung des Leucins in der Leber 657 — Milch 411.
Typhus, Blut 337. 338. 339. 340 — Galle, Analyse 475; Leucin und Tyrosin in selber 465 — Harn 558; Baldriansäure darin 266 — Leber, Analyse 658; Vermehrung des Leucins und Tyrosins 657 — Milch 411 — Stühle 498.
Tyrosin, Abstammung 221 — Darstellung aus drüsigen Organen 648 — Eigenschaften 220 — Krystallformen 221 — physiologische Bedeutung 222 — Reactionen 221 — Verwandlungen im Organismus und Austritt 221 — Vorkommen 221; in den Hautschuppen bei Pellagra 602 — Zusammensetzung 220.

U.

Umberfisch, Analyse der Schuppen 579.
Unio pictonum, Kupfergehalt des Blutes 126. 349.
Urämie, Blut 337; Erbrochenes 494 — Harn 558.
Uroerythrin, Eigenschaften 257 — Vorkommen 257.
Uroglaucin von Heller, Darstellung 256 — Eigenschaften 256; identisch mit Indigo 258 — Krystallform 256 — Vorkommen 255.
Urohämatin von Harley, Darstellung 257 — Eigenschaften 258.
Urokyanin von Martin, Darstellung 256 — Eigenschaften 256; identisch mit Indigo 258.
Uroxanthin von Heller 255.
Urrhodin, Darstellung 257 — Eigenschaften 257 — Vorkommen 257.

V.

Valeriansäure s. Baldriansäure.
Variola, Baldriansäure im Harn 266.
Venenblut, vergleichende Zusammensetzung 328.
Verbrennungsprocess, thierischer 50.
Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs 732.
Verdaulichkeit der Nahrungsmittel 739.
Verdauung 757 — Einfluss der Verdauung auf Zusammensetzung des Blutes 336; auf die Ausscheidung des Harnstoffs 530; der Kohlensäure 711 — Geschwindigkeit der Verdauung der Albuminate und Momente, von welchen sie abhängig 457 — Rolle des Bauchspeichels 488; des Darmsaftes 491; des Magensaftes 452 — Veränderungen der einzelnen Nahrungsstoffe durch die Verdauung: Albuminate 762; Cellulose 761; Dextrin 761; elastische und Horngewebe 763 — Fette 762; Gummi 761; Knochen 763; leimgebende Gewebe 763; Milchzucker 761; Rohrzucker 762; Stärke 761; Traubenzucker 761; Wirkung der Darmsäfte auf die Speisen 759; des Magensafts 757; des Speichels 757.
Verdauungsferment s. Pepsin und Magensaft 154. 449.
Verdauungsflüssigkeit, künstliche, Geschwindigkeit der Verdauung von Albuminaten 457; Gewinnung 454 — Methode zur Bestimmung des Verdauungsfermentes darin 459 — verdauende Wirkungen 455.
Verdauungsgase, Analysen derselben 763.
Verfälschungen der Milch 419.
Vernix caseosa 508.
Verseifung der Fette im Thierkörper, zunächst im Blute 162.
Vesicantienblasen 379.
Vibrio cyanogenus 387; byssus 387.
Vichy-Wasser, Einfluss desselben auf die Entstehung von Harnsedimenten 114.
Vögel, Blut 348; Blutkörperchen 347 — Eier derselben 671; Schale 674 — Federn, Kieselerdegehalt derselben 600 — Harn 568 — Knochen 578.
Vomitus aeruginosus 494.

W.

Wachen, Einfluss auf die Kohlensäureausscheidung 713.
Wachsarten 200.
Wachsleber, Analyse der Galle 474; der Leber 658.

Wärme, thierische 725; Eigenwärme des Thierkörpers 726; Quelle derselben 726 — Indirecte Methode der Bestimmung der in einer gegebenen Zeit von einem Thier gelieferten Wärme nach Boussingault 737 — Versuche von Dulong und Despretz, die thierische Wärme durch Calcül und Experiment zu bestimmen 730; Resultat dieser Versuche 732.
Waldkautz, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Wallrath 200.
Wasser, Abstammung 77 — absolute Mengen des durch die Lungen ausgeschiedenen 702 — Assimilation desselben von den Pflanzen 27 — Ausscheidungsgrösse 790 — Austritt 78 — Gehalt der Muskeln 617 — Mengenverhältnisse 69 — ein Nahrungsmittel der Pflanzen 18 — physiologische Bedeutung 78 — Resorption 768 — Vorkommen 75 — Zustände im Organismus 76.
Wasserblasen s. Hydatidenflüssigkeiten.
Wasserstoff, Assimilation desselben von den Pflanzen 18 — Ausscheidungsgrösse 790.
Wasserstoffgas 66.
Wassersucht s. Hydrops.
Wechselfieber, Blut 337. 338. 339. 340 — Harn 558 — Vermehrung des Leucins und Tyrosins in der Leber 657.
Weinsäure, Uebergang in den Harn 542 — in den Schweiss 504.
Weinstein der Zähne 445.
Weisse Rüben, Analyse der Asche 754.
Weisses der Eier s. Albumen.
Weisse Substanz (des Gehirns) 625 — quantitative Bestimmungen des Wassers u. s. w. 628. 633. 634. 635 — Gehalt an Cerebrin, Cholesterin und Fetten 635; an Asche 637; an Phosphor 639 — der Hemisphären 633 — des Corpus callosum 633.
Weisskraut, Analyse der Asche 754.
Weizen, Analyse 752; der Asche 753.
Weizenbrot, Analyse 752.
Wels, Galle, quantitative Analyse 470 — Schwefelgehalt derselben 471.
Wermuthöl, Uebergang in die Milch 387.
Widder, Schwefelgehalt des Horns 597.
Wildschwein, Zähne 580.
Windeier 674.
Winterschlaf, Respirationsverhältnisse 713.
Wirbellose, Blut derselben 348.
Wirbelthiere, kaltblütige, Blut 348.
Wismuthsalze, Uebergang in den Harn 541; in die Milch 387.
Wolfsgalle, Schwefelgehalt derselben 471.
Wolle, thierische, Kieselerdegehalt 602 — Schwefelgehalt 597.
Wundsecret 379.

X.

Xanthicoxyd s. Xanthin.
Xanthin, Darstellung aus Fleisch 610; aus Organen 648 — Eigenschaften 231 — physiologische Beziehungen 232 — Vorkommen 231 — Zusammensetzung 231.
Xanthinsteine 561.

Z.

Zähne verschiedener Thierclassen 580.
Zahnbein 579. 580.
Zahncäment 579. 580.
Zahngewebe 579. 580.
Zahnschmelz 579. 580.
Zeisig, Kieselerdegehalt der Federn 600.
Zellgewebe 589.
Ziege, Galle, Schwefelgehalt derselben 471 — Milch 400; vergleichende Scale ihres Gehalts an Wasser, Albuminaten, Butter, Milchzucker und Salzen 417.
Zieger 389.
Zimmtsäure, erscheint im Harn als Hippursäure wieder 542 — Uebergang in den Schweiss 504.
Zinksalze, Uebergang in die Galle 465; in den Harn 541; in die Leber 648; in die Milch 387; in die Milz 659.
Zooamylin 285.
Zucker, Gehalt der Leber 655 — Uebergang in die Galle 465; in den Harn 542; in den Magensaft 450 — Resorption 768; vergleiche übrigens unter Traubenzucker.
Zuckerharnruhr s. Diabetes mellitus.
Zuckerproben 201.
Zwieback, Analyse 752.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Braunschweig. **PROSPECTUS.** November 1861.

Handbuch
der
Giftlehre
für
Chemiker, Aerzte, Apotheker und Gerichtspersonen
von
A. W. M. van Hasselt,

Doctor der Medicin und Chirurgie, Sanitäts-Officier erster Klasse, Professor an der Königlich Niederländischen Lehranstalt für Militärärzte, Mitglied der Königlichen Academie der Wissenschaften, Ritter des Ordens der Eichenkrone etc.

Aus dem Holländischen nach der zweiten Auflage frei bearbeitet und mit Zusätzen versehen

von

Dr. J. B. Henkel,

ausserordentlichem Professor an der medicinischen Facultät zu Tübingen.

In zwei Theilen.

Erster Theil.

Allgemeine Giftlehre und die Gifte des Pflanzenreichs.

Zweiter Theil.

Die Thiergifte und Mineralgifte.

Das Werk ist vollständig in zwei Bänden erschienen; der Preis beider Bände ist 4 Thlr. Einzeln bezogen der des ersten Bandes 2 Thlr. 12 Sgr., des zweiten Bandes 1 Thlr. 18 Sgr.

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

Unter den neueren Lehrbüchern der Toxikologie nimmt, nach dem Ausspruche Kölliker's und Pelikan's, anerkannter Autoritäten auf diesem Gebiete, das van Hasselt'sche den hervorragendsten Platz ein*), auch spricht für den Werth des Werkes die rasch nöthig gewordene zweite Auflage.

*) Wir erlauben uns hier auf Grund einer bei Gelegenheit der Ankündigung einer Uebersetzung der Giftlehre und gerichtlichen Medicin von Taylor durch Dr. Seydeler aufgestellten Behauptung „Taylor sei die letzte Instanz in gerichtlich medicinischen Fällen" folgendes zu bemerken. Wenn überhaupt je Taylor eine so hervorragende Stellung eingenommen hat, so dürfte der Fall von Smethurst (Times vom 21. Mai 1859 und 18. August 1859) beweisen, dass er derselben nicht gewachsen war. In diesem Falle wurde Smethurst auf die eidliche Aussage Taylor's, dass er in der zur Untersuchung erhaltenen Flüssigkeit auf jede Unze 7 Gran chlorsaures Kali und 1 Gran weissen (!) Arseniks gefunden habe, den Assisen übergeben. Bei der Verhandlung widerrief Taylor seine Angabe und entschuldigte sich damit, dass der bei Anwendung der Reinsch'en Methode benutzte Kupferdraht arsenhaltig gewesen sei!! Uebrigens müsste in solchem 15 bis 18 Proc. enthalten gewesen sein, um die gefundene Menge Arsenik ergeben zu haben, was jedenfalls nicht möglich ist. (Man vergleiche darüber Prof. William Herapath, Pharm. Journ. Vol. II, Nr. VII, S. 378, wo man leicht darüber klar wird, ob ein solcher Chemiker überhaupt eine Instanz ist.

Bei der hohen Wichtigkeit der Lehre von den Giften erscheint eine deutsche Bearbeitung des ausgezeichneten Lehrbuchs, das sich zum grössten Theil auf eigene Untersuchungen des Verfassers stützt, aber auch die Ergebnisse der Forschungen Anderer gebührend würdigt, vollkommen gerechtfertigt. Wie die Arbeiten von Kölliker, Schroff, Clarus, Buchheim und von Anderen zur Genüge beweisen, werden in Deutschland toxikologische Studien mit Eifer und grossem Erfolge betrieben, aber an einem, die Gesammtlehre von den Giften umfassenden neueren deutschen Werke fehlt es, denn die, für ihre Zeit ausgezeichneten Lehrbücher von Frank, Marx, Gmelin, Buchner, Sobernheim und Simon u. s. w. reichen nicht mehr aus. Man hatte sich deshalb in letzterer Zeit gewöhnt, die Uebersetzungen der Werke von Christison und namentlich von Orfila zu benutzen. In diesen sind indess mehr die gerichtlich-medicinischen Beziehungen der Toxikologie hervorgehoben, ist weniger die naturhistorische Seite berücksichtigt, als dies in dem Hasselt'schen Werke geschieht.

Van Hasselt hat den Stoff in seinem Werke auf folgende Weise geordnet: Nach einer Einleitung, welche die verschiedenen Beziehungen der Giftlehre — praktisch-medicinische und gerichtlich-medicinische — erläutert, die verschiedenen Theorien über das Zustandekommen von Vergiftungen, der Art und Weise der Wirkung der Gifte bespricht, die Eintheilung der Gifte etc. behandelt, werden dann die Gifte selbst nach den betreffenden Naturreichen, als Pflanzen-, Thier- und Mineralgifte, speciell abgehandelt und zwar: 1) Vorkommen, 2) Veranlassungen zu Vergiftungen, 3) Vergiftungsdosen, 4) Wirkungsweise, 5) Symptome acuter und 6) chronischer Vergiftung, 7) Erkennungsmittel und Reactionen, 8) Behandlung, Gegenmittel etc., 9) Leichenbefund und 10) gerichtlich-medicinische Untersuchungen, ausführlich besprochen.

Der deutsche Bearbeiter, welcher selbst als Lehrer der Toxikologie und Pharmakologie thätig ist, war bemüht, so viel als möglich die Eigenthümlichkeit des Hasselt'schen Werkes unverkürzt beizubehalten. Doch mussten die Ergebnisse der Forschungen der letzteren Jahre nachgetragen werden, was nicht nur bei den Pflanzengiften nöthig erschien, sondern auch bei vielen Metallen, dem Arsen, Phosphor etc. Auch in anderer Beziehung waren Aenderungen vorzunehmen, da in dem Originale nur die holländische Pharmakopöe berücksichtigt ist, während in der Bearbeitung die wichtigsten deutschen Pharmakopöen zu Grunde gelegt wurden. Ausserdem sind den Pflanzen und soweit es möglich auch den angeführten Thieren, die in dem holländischen Originale fehlenden Autorennamen beigesetzt und ebenso sind verschiedene neue Kapitel, wie z. B. bei den Euphorbiaceen, Loranthaceen etc. etc. hinzugefügt.

Da auf den chemischen Theil nicht in grösserer Ausdehnung Bedacht genommen werden konnte, um den Umfang nicht zu sehr zu erweitern, sondern nur die wichtigsten Andeutungen berührt werden durften, so wird dennoch auch in dieser Beziehung keine Lücke fühlbar werden, jedenfalls aber dieses Werk in Verbindung mit der bekannten Otto'schen Anleitung zur Ausmittelung von Giften alle weiteren Hülfsmittel überflüssig machen.

Demnach glaubt der Bearbeiter hoffen zu dürfen, dass das von ihm auf deutschen Boden verpflanzte Werk sich für akademische Vorträge, Chemiker, Aerzte, Apotheker und Gerichtspersonen im hohen Grade empfehlen und dass es sich unentbehrlicher machen werde, als die weniger kritischen Bearbeitungen der französischen und englischen Handbücher.